

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

ANALÝZA NÁKLADŮ STAVEBNÍHO OBJEKTU V DŮSLEDKU VARIANTNÍCH ZMĚN HLINÍKOVÝCH KONSTRUKCÍ

COST ANALYSIS OF A BUILDING A RESULT OF CHANGES IN THE VARIANT OF
ALUMINUM STRUCTURES

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

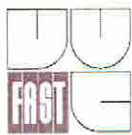
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. SIMONA MÚČKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR AIGEL, Ph.D.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3607T038 Management stavebnictví (N)
Pracoviště Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Simona Múčková


Název Analýza nákladů stavebního objektu v důsledku variantních změn hliníkových konstrukcí

Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Aigel, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce 30. 9. 2015

Datum odevzdání diplomové práce 15. 1. 2016

V Brně dne 30. 9. 2015


doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu




prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Tichá, Marková, Puchýř: Ceny ve stavebnictví I, URS sro Brno, 1999
2. Tichá, Marková, Vystavil: Ceny ve stavebnictví II-vzorový rozpočet, URS sro Brno, 2000
3. Tichá A., Marková L., Puchýř B., Bočková K.: Costing and pricing in civil engineering, VUT FAST, CERM, s.r.o, 2002

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Cílem práce je analýza cen různých typů hliníkových konstrukcí v ceně stavebního objektu


1. Ceny a rozpočty
2. Stavební rozpočet
3. Typy hliníkových konstrukcí v objektu
4. Analýza cen hliníkových konstrukcí v rámci stavebního objektu

Požadovaným výstupem je analýza cen hliníkových konstrukcí v rámci stavebního objektu

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).


.....
Ing. Petr Aigel, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Simona Múčková *Analýza nákladů stavebního objektu v důsledku variantních změn hliníkových konstrukcí*. Brno, 2016. 89 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Petr Aigel, Ph.D.

ABSTRAKT

Cílem mé diplomové práce je analýza nákladů stavebního objektu v důsledku variantních změn hliníkových konstrukcí. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části se řeší problematika v obecné rovině a v té praktické se aplikuje na konkrétní stavební zakázce.

Klíčová slova

Analýza nákladů, rozpočtové ukazatele, hliníkové konstrukce, provětrávané fasády.

ABSTRACT

The aim of my thesis is cost analysis of a building a result of changes in the variant of aluminum structures. The thesis is divided into theoretical and practical part. In the theoretical part, the issues are addressed in general terms and in the practical applies to specific construction contract.

Keywords

Analysis of the costs, the budget indicator, aluminium construction, ventilated facades.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Simona Múčková

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěla poděkovat společnosti DIMENSE v.o.s. Brno, za ochotu a poskytnutí vzorového projektu k praktické části mé diplomové práce. Velké díky patří i panu Ing. Tomáši Zavřelovi za cenné připomínky a rady v oblasti hliníkových konstrukcí a panu Eduardovi Šešulkovi v oblasti kalkulací. V neposlední řadě děkuji i vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petrovi Aigelovi, Ph.D.

V Brně dne 15.1.2016

Bc. Simona Múčková

OBSAH

ABSTRAKT.....	4
PROHLÁŠENÍ:.....	5
PODĚKOVÁNÍ	6
1. ÚVOD	9
2. TEORETICKÁ ČÁST	10
2.1 Rozpočtování ve stavebnictví	10
2.1.1 Základní pojmy při sestavení rozpočtů.....	10
2.1.2 Druhy rozpočtů podle fáze výstavby	12
2.1.3 Softwarové programy pro tvorbu rozpočtů.....	13
2.2 Postup při projektování hliníkových konstrukcí.....	15
2.3 Hliník a jeho slitiny ve stavebnictví	18
2.4 Systémové hliníkové konstrukce	20
2.4.1 Výplně stavebních otvorů	22
2.4.1.1 Okna, dveře.....	22
2.4.1.2 Posuvné a shrnující systémy	25
2.4.2 Opláštění staveb	26
2.4.3 Světlíky a střešní systémy.....	35
2.4.4 Stínící technika	37
2.4.5 Doplnkové systémy.....	39
2.5 Tepelná technika	40
2.5.1 Základy procesu šíření tepla	41
2.5.2 Základy stavebně fyzikálních výpočtů	41
2.5.2.1 Základní stavebně fyzikální parametry a vztahy	41
2.5.2.2 Difúze vodních par, rosný bod a jeho následky.....	43
2.5.3 Tepelně technické parametry výplní otvorů a LOP	44
3. PRAKTICKÁ ČÁST.....	51
3.1 Obecná charakteristika stavebního objektu	51
3.2 Návrh variant řešení a analýza nákladů	52
3.2.1 Materiálové řešení jednotlivých variant.....	52
3.2.2 Základní pojmy spojené s provětrávaným pláštěm	53
3.2.3 Provětrávaný plášť s deskami Equitone.....	54
3.2.4 Provětrávaný plášť s deskami Fundermax	59
3.2.5 Provětrávaný plášť s deskami Alubond	64
3.2.6 Provětrávaný plášť s keramickým obkladem.....	69

3.2.7	Faktory ovlivňující náklady provětrávaného pláště.....	73
3.2.8	Analýza nákladů jednotlivých variant	75
4.	ZÁVĚR	79
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ	85
	SEZNAM TABULEK.....	87
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	88

1. ÚVOD

Téma diplomové práce: „Analýza nákladů stavebního objektu v důsledku variantních změn hliníkových konstrukcí“ jsem si vybrala na základě mého zájmu o hliníkové konstrukce a spolupráce v projekci se společností PS Brno, s.r.o. (středisko hliníkových výplní a fasád). Konstrukce z hliníku na mě působí opravdu nadčasově a splňují vysoké požadavky kladené na design, komfort, bezpečnost a dnes velmi posuzovanou energetickou účinnost.

V teoretické části se snažím přiblížit základní pojmy ohledně oceňování stavební produkce a softwarové podpory při tvorbě rozpočtů. Dále popisuji postup při projektování a vytvářím přehled všech hliníkových konstrukcí ve stavebním objektu. Okrajově se zabývám dnes velmi důležitým tématem tepelné techniky. Mou snahou je shrnout problematiku do srozumitelné formy a vytvořit přehled variant hliníkových konstrukcí.

Poznatky z teorie jsou zúročené v praktické části na konkrétním projektu: „rodinného domu v obci Ochoz u Brna“. Projekt RD zhotovila projekční kancelář DIMENSE v.o.s. v Brně. Úvodem je popsáno konstrukční a materiálové řešení objektu. Vzhledem k rozmanitosti využití hliníkových konstrukcí ve stavebních objektech se zaměřuji pouze na obvodový plášť stavby. Fasáda rodinného domu je navržena jako odvětrávaná fasáda s hliníkovým nosným roštem, tepelnou izolací, difúzní fólií a jednotlivými zástupci obkladových materiálů. Požadovaným výstup je analýza nákladů, proto jsem prvotně navrhla materiálové řešení a poté jsem rozkreslila rastry všech fasád. Následně jsem analyzovala varianty z hlediska nákladů a z těchto nákladů stanovila rozpočtové ukazatele. Rozpočtoví ukazatelé jsou orientační z důvodu jedinečnosti každé stavby a složitosti jednotlivých detailů kolem oken, dveří, parapetů, atik atd. Tyto ukazatelé můžou sloužit například ve fázi plánování ke stanovení prvotního rozpočtu.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Rozpočtování ve stavebnictví

Základním úkolem rozpočtování ve stavebnictví je vytvoření stavebního rozpočtu tj. rozpočtu jednotlivého stavebního díla. Stavební rozpočet můžeme definovat jako různě detailní odhad nákladů a ceny na provedení stavebního díla, vycházející z technicko-ekonomických ukazatelů stavby. Takto stanovený odhad slouží především k posouzení vhodnosti projektu, k přípravě stavby, k řízení a kontrole nákladů, k fakturaci a následnému vyhodnocení stavby. Na úroveň a kvalitu stanovení rozpočtu mají velký vliv účastníci stavebního řízení. Účastníky stavebního řízení rozumíme dodavatele a subdodavatele díla, soukromé nebo státní investory, stavební nebo finanční úřady atd. Každý z nich má jiné požadavky na charakter rozpočtu, jeho skladbu, míru podrobnosti apod. [1]

2.1.1 Základní pojmy při sestavení rozpočtů

Položky jednotlivých cen stavebních prací a materiálů se využívají pro rozpočtování na úrovni jednotlivých stavebních prací, které jsou sepsány v katalogích popisů stavebních prací, včetně jejich směrných cen. Vztahují se na kalkulační jednice, kterými rozumíme jednotlivé konstrukční prvky. V případě kdy katalogy neodpovídají potřebám a podmínkám stavby, doplňují se o vlastní databázi cen. Optimalizací převzatých a vlastních oceňovacích podkladů se dosahuje kvality ocenění jednotlivých prací i úrovně celého rozpočtu. [1]

Agregované položky jsou cenové položky vytvořeny rozbořením nákladů na provedení určité činnosti. Jedná se o náklady materiálové, dopravní, mzdové atd. Například cena dveří bude v sobě obsahovat cenu zárubní, prahu, křídla, kliky, zámku, montáž, nátěr apod. [1]

Jestliže položka v ceníku nevyhovuje hledaným podmínkám, nebo ceník neobsahuje námi požadovanou položku, můžeme upravit rozbor položky anebo zpracovat položku zcela novou. Nově vytvořené položky nazýváme takzvanými **R-položkami**. U tvorby

R-položek a individuální kalkulace vycházíme z členění nákladů dle **kalkulačního vzorce**.

Struktura všeobecného kalkulačního vzorce využívaného ve stavebnictví [31]:

Přímé náklady

- přímý materiál
- přímé mzdy
- náklady na provoz stavebních strojů a zařízení
- ostatní přímé náklady

Nepřímé náklady

- správní režie
- provozní (výrobní) režie

Náklady celkem

- zisk

Cena vypočtená

Cena vypočtená je cenou nákladovou.

Rozpočtové ukazatele se nejčastěji využívají pro jednoduché a rychlé stanovení orientační ceny objektu v předprojektové dokumentaci, pro stanovení hrubého plánu financování a pro posouzení ekonomické efektivnosti. Patří do technicko-hospodářských ukazatelů, jejichž základem jsou informace již zrealizovaných stavebních objektů a dále se porovnávají s nově připravovanými. Rozpočtové ukazatelé se vymezují vhodnou měrnou jednotkou. Měrné jednotky jsou účelové (1 lůžko, bytová jednotka atd.) nebo technické (m^3 , m^2 atd.). [1]

Tyto ukazatelé jsou buďto zpracovány v katalozích vydávaných odbornými organizace. Evidenční list těchto ukazatelů obsahuje obor JKSO nebo SKP, název a stručný popis s nákresem objektu, náklady na měrnou jednotku, počet jednotek, rozpočtové náklady objektu, zastavěná plocha, obestavěný prostor a účelovou jednotku. Nebo si rozpočtáři (zhotovitelé) vytváří evidenci vlastních vypočtených ukazatelů. [31]

2.1.2 Druhy rozpočtů podle fáze výstavby

V České Republice momentálně neexistuje žádný právní předpis, který by definoval povinnost ani přesnou strukturu stavebního rozpočtu. Praxe nejčastěji využívá stanovení rozpočtu dle fáze výstavby. U každé jednotlivé fáze se zpracovává jiný druh rozpočtu, jelikož slouží jiným subjektům k různým účelům v odlišné podrobnosti.

Ve fázi investičního záměru se určuje **Odborný odhad stavebních nákladů**. Pro mnohé známi pod názvem „**rámcový rozpočet**“. Slouží investorovi k ekonomickému rozhodování a řízení rozsahu stavby s ohledem na efektivnost a možnosti jejího financování. Rozpočet není podrobný, udává pouze orientační hodnoty. Pro výpočet nákladů vycházíme pouze z objemových ukazatelů stavby a rozpočtových ukazatelů. Rozpočtové ukazatele zpracovává a vyhodnocuje například Ústav pro racionalizaci ve stavebnictví (ÚRS) na základě realizovaných staveb, které jsou dále členěny podle druhu a vybavení. [1]

S vytvořením studie nebo dokumentace k územnímu řízení se spojuje tzv. **propočet stavebních nákladů**. Bývá součástí studie proveditelnosti. Zpravidla slouží pro budoucího investora, ale může pomoci i projektantovi při výběru vhodné alternativy při projektování. Počítá se zde s hrubými konstrukčními prvky na základě výkazu výměr. Jelikož v tomto stupni dokumentace dochází k omezeným informacím, propočet myslí i na přiměřené rezervy a identifikace rizik. [1]

Rozpočet dle dokumentace pro stavební povolení upřesňuje odhad nákladů a ceny zmiňované dokumentace pro územní řízení. K vypracování **položkového rozpočtu** využíváme výkaz výměr a zahrnujeme do něj veškeré práce a dodávky. Obvykle bývá přílohou projektové dokumentace pro stavební povolení. Ve stavební praxi se využívají ceníky buďto individuální vytvořené konkrétní osobou pro její potřebu nebo obecné vytvořené odbornými organizacemi. [1]

Pro eventuelního dodavatele stavby se stanovuje tzv. **slepý rozpočet**, který bývá součástí zadávací dokumentace. Rozpočet nevyjadřuje náklady a cenu díla, ale předkládá detailní seznam položek, vypracovaný na základě projektové dokumentace a výkazu výměr. [1]

Nabídkový rozpočet vznikne za předpokladu ocenění slepého rozpočtu potenciálním investorem. Pro vybraného dodavatele je ve většině případů cena uvedená v nabídkovém rozpočtu i cenou ve smlouvě o dílo. [1]

Kontrolní rozpočet se sestavuje pro dodavatele stavby a pro jeho kontrolu nad průběhem čerpání jednotlivých položek v průběhu realizace stavby. Poskytuje důležité informace pro management, který se podílí na řízení stavby. Kontrolní rozpočet je taktéž velice důležitý pro stavbyvedoucího dodavatele, který podle něj průběžně řídí, kontroluje a vyhodnocuje skutečné náklady stavby. Rozpočet je přínosem i pro investora, jelikož mu ukazuje problémová místa v průběhu výstavby a umožňuje mu včas reagovat. [1]

Ve stavební praxi se začal objevovat i **revizní rozpočet**. Je kontrolou položek rozpočtu již postavené stavby. Využívá se například u veřejných zakázek, nebo u poskytnutí státních dotací. [1]

Rozpočtáři v ČR používali i pojem **souhrnný rozpočet**, byl přehledem celkových nákladů stavby, která se skládala z několika objektů. Pro jednotlivé objekty byl sestaven nabídkový rozpočet, ale pro celou stavbu byl vytvořen souhrnný rozpočet, který sloužil jako rekapitulace s jednotlivými objekty a celkovou cenou stavebního díla. Aktuálně byl nahrazen pojmem „**celková cena stavby**“. [1]

2.1.3 Softwarové programy pro tvorbu rozpočtů

Tvorba rozpočtů pomocí předtisknutých tabulek nebo primitivních editačních aplikací formátu Excel, není dnes již nejefektivnější způsobem. V současnosti rozpočtářská praxe využívá softwarové programy na rozpočtování. Tyto programy jsou sestavovány specializovanými firmami, nebo velkými stavebními firmami pro vlastní potřeby. Jejich hlavním úkolem je zefektivnit a hlavně ulehčit práci. Hodnotný software na rozpočtování musí plnit tyto obecné kritéria a poslání:

- pojmout hodnotnou databázi oceňovacích podkladů,
- funkčnost v moderních operačních systémech,
- varianty editace databází včetně importů vlastních podkladů,

- V ČR je mnoho programů na rozpočtování, ale pokud bereme v úvahu výše uvedené body, jen málo z nich je splňují. Mezi nejvyužívanější patří KROS plus, euroCalc a BUILDpower S. Jde o ucelenou pomůcku pro sestavení rozpočtu, kalkulace stavební práce a sledování stavebních zakázek. Předpokladem kvalitního rozpočtu je ovládnutí těchto nástrojů, použití svých znalostí, znalost pravidel rozpočtování a stavebních technologií výstavby. Rozpočtáři by měli sledovat nové trendy a prohlubovat své vědomosti v odborné literatuře, na kurzech, seminářích a školení nebo veřejné diskuzi.
- [2]



2.2 Postup při projektování hliníkových konstrukcí

Předprojektová i projektová příprava je velmi důležitá z hlediska eliminace chyb a zbytečně vynaložených nákladů, které mohou nastat při neúplném nebo chybném zpracování potřebné dokumentace. Proto bych v této kapitole chtěla zmínit základní analogii při projektování, kterou přehledně vypracovala společnost TPF s.r.o. [3]

1. Zpracování **dokumentace k územnímu rozhodnutí (DUR)**, nebo **dokumentace pro stavební povolení (DSP)**:

- Nejprve dochází ve spolupráci GP, architekta a investora k prověření proveditelnosti architektonického návrhu, poté se hledá optimální varianty řešení jednotlivých konstrukcí.
- Poté se zpracovává základní koncept s návrhem typu hliníkového systému s potřebnými tepelně-technickými, akustickými a statickými vlastnostmi.
- Navrhují se úpravy členění fasádního rastru v závislosti na technické možnosti a použitý materiál.
- Stanoví se limitní konstrukční a stavebně fyzikální parametry a podmínky.
- Analyzují se možné specifické požadavky v oblastech požární ochrany, bezpečnosti, akustiky, tepelné techniky, statiky, materiálových požadavků, povrchových úprav.
- Určí se polohy konstrukcí k modulovým fasádním rastrům, objektovým osám a k hrubé stavbě.
- V neposlední řadě se optimalizuje a stanovuje hrubý odhad nákladů.

2. Zpracování **dokumentace pro provedení stavby (DPS)**:

- Dochází k detailnímu zpracování konstrukcí z předchozích fází projektu s ohledem na všechny návaznosti.

- Navrhují se předběžné dimenze hlavních nosných konstrukčních a výplňových prvků pro určení základních vztažných rozměrů (např. ověření navrženého líce fasády ve vztahu k modulovým osám)
- Stanovují se normové požadavky součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.
- Vypracovává se textová část s podrobnými popisky požadavků spojených s přesnou specifikací rozsahu dodávek jednotlivých konstrukcí
- Zkreslení výkresové části se všemi důležitými detaily s jejich vyznačením v jednotlivých konstrukčních celcích.
- Vyhodnocení a zpracování cenového odhadu projektantem navržené varianty.

3. Zpracování **dokumentace pro zadání stavby** (DZS):

K dokumentaci provedení stavby se doplňují tyto části:

- Tabulky s výměry jednotlivých konstrukcí
- Tabulky pro ocenění konstrukcí
- Formuláře s údaji o firmě, oprávněním, certifikáty a referencemi
- Formuláře specifikace nabízených systémů
- Materiálové standardy

4. Výkony při **výběru zhotovitele** stavby:

- Provádí se technické konzultace při jednání s potenciálními dodavateli.
- Dělá se odborná kontrola a srovnání vypracovaných nabídek po technické stránce.
- Vyhodnocují se alternativní nabídky.
- Nabídky se posoudí z několika hledisek – kvalita, termíny a cena.

5. Zpracování **realizační, dílenské a montážní dokumentace**:

- Tyto stupně dokumentace jsou v režii dodavatele, který po zpracování realizační dokumentaci předkládá ke kontrole a odsouhlasení zadavateli stavby (GP, GD, investor, Odbor památkové péče).
- Dílenská dokumentace je interní dokumentací dodavatele, jejím obsahem je např. optimalizace a objednávky materiálů, řezné a obráběcí plány vycházející ze zpracovatelských směrnic dodavatele systému, kompletace prvků nebo konstrukcí na dílně atd.
- Montážní dokumentace obsahující soupisy montážního materiálu, kladečské výkresy kotev, nosných a výplňových prvků, doplňkových prvků, vyznačené postupy montáže, zakládací detaily, případně povolené odchylky.
- Dokumentace skutečného provedení vyhotovená dle skutečného stavu po dokončení montáže se zakreslenými eventuálními změnami oproti odsouhlasovací dokumentaci, dále obsahuje uživatelské návody, jednoduché údržbové úkony.

6. Odborný **autorský a investorský technický dozor** při provádění stavby mají za úkol:

- Odsouhlasit prováděcí dokumentace dodavatele po technické stránce.
- Účastnit se kontrolních dnů a jednání s dodavateli.
- Kontrolovat kvalitu výroby a montáže.
- Kontrolovat postup montáže dle harmonogramu a dodržování všech požadavků.
- V případě nutnosti zpracovat „protokol závad“ včetně fotodokumentace.
- Závěrečná kontrola odstraňování zjištěných závad.

2.3 Hliník a jeho slitiny ve stavebnictví

Hliník jako technický kov se ve stavebnictví využívá již od konce devatenáctého století. Jeho první aplikace byla na střešní krytiny z hliníkového plechu a zanedlouho na okenní rámy. Dnes je hliník po oceli nejčastěji používaný kov ve stavebnictví. Současná světová produkce čistého hliníku činí 25 mil. tun ročně. [4,5]

Hliník se získává elektrolyzou z minerálů, nejdůležitějším pro technickou výrobu je bauxit. Z bauxitu se vytvoří v autoklávu při teplotách 150 až 250 °C čistý oxid hlinitý (Al_2O_3), z něhož se získá elektrolyzou v elektrických pecích čistý hliník. Tento primární proces je nesmírně energeticky náročný, na rozdíl od sekundární recyklace, u které se požadovaná energie značně snižuje. [4,5]

Hliník je velmi lehký kov stříbřitě bílé barvy. Mezi obrovské výhody tohoto kovu patří elastický modul pružnosti, nízká hmotnost, korozní odolnost atd. Čistý hliník pro konstrukční použití je příliš měkký, proto se ve stavebnictví běžně leguje s mědí, manganem, zinkem, křemíkem a hořčíkem. Cena těchto slitin je ve srovnání s ocelí o mnoho vyšší a je závislá na druhu slitiny, technologii výroby, na tvaru průřezu, vyráběném množství a na ceně hliníku. Ve stavebnictví se hliník a jeho slitiny využívají z důvodu vysokých mechanických vlastností, nízké hustoty a dlouhodobé trvanlivosti. [4,5]

Podobně jako u oceli získáváme výrobky z hliníku a jeho slitin tvářením zastudena i za tepla, ale při mnohem menších teplotách. Jde o různé trubky, profily, plechy dráty atd. Na nosné konstrukce, lehké obvodové pláště, závěsové stěny, podhledy, okna, dveře, příčky apod. se používají hliníkové profily. [5]

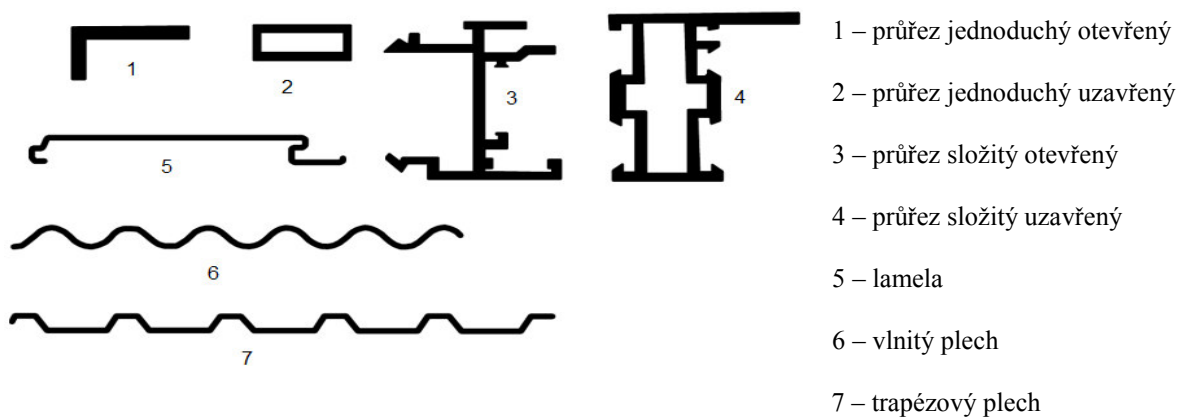
Z důvodu dobré zpracovatelnosti materiálu ho také můžeme vidět na stavbách ve formě velmi tenkých fólií v sendvičových panelech. Díky dobré korozní odolnosti se hliníkové plechy používají na střešní krytiny. Avšak spojovacím materiálem musí být použit stejný kov nebo slitina, aby nedocházelo k elektrochemické korozi. Dále hliník nejčastěji uvidíme v podobě okenních, dveřních výlohových rámců. Na doplňky například kování, se používá slitina hliníku (92%) a mědi (4%) s přídavkem manganu a hořčíku známá pod názvem dural, který má výrazně vyšší pevnost než čistý hliník. Širší využití duralu omezuje jeho křehkost pro rázem namáhané prvky. [5]



Obr. 2.2 Ukázka čistého hliníku [6]

Tab. 2.1 Vlastnosti hliníku a jeho slitin [5]

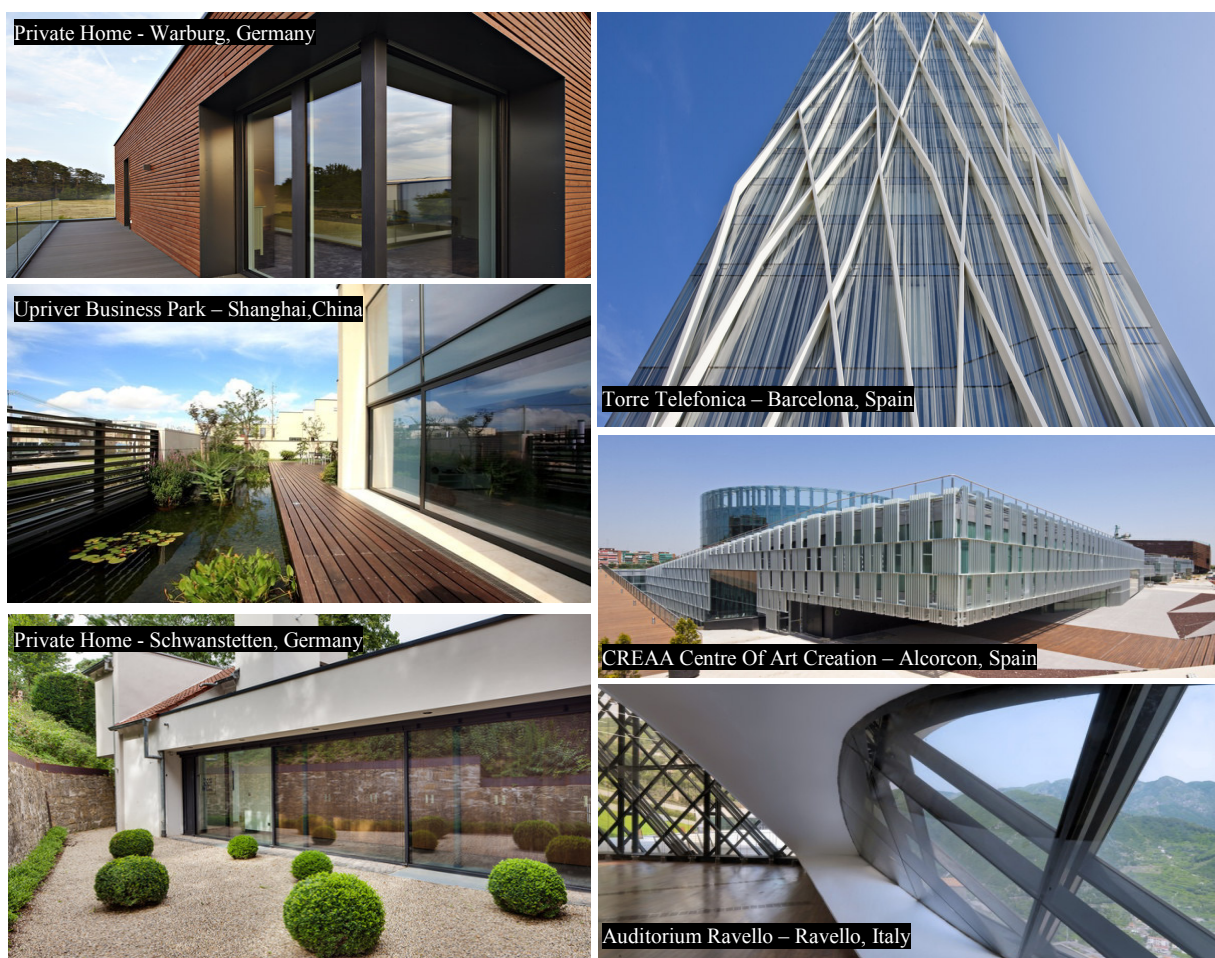
Technický název	Hutn. hliník	-	-	Masil	Dural	Hegal
Chemické složení	Al 99,5	Al-Mn	Al-Mg ₃	Al-Mg-Si	Al-Cu ₄ -Mg	Al-Zn ₄ -M
Hustota [kg.m ⁻³]	2 700	2 750	2 650	2 700	2 800	2 800
Teplota tavení [°C]	658	620-650	640	585-650	512-650	640
Měrná tepelná vodivost [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	210	126-168	147	163-188	148-168	125
Součinitel délkové teplotní roztažnosti [10 ⁻⁶ .K ⁻¹]	24	23	23	22,7	22,8	23,5
Pevnost v tahu [MPa]	70-130	182-260	182-260	200-320	420-440	330-360
Modul pružnosti [MPa]	72 000	60 000-65 000	70 000	73 000	73 000	73 000



Obr. 2.3 Základní vyráběné hliníkové profily [5]

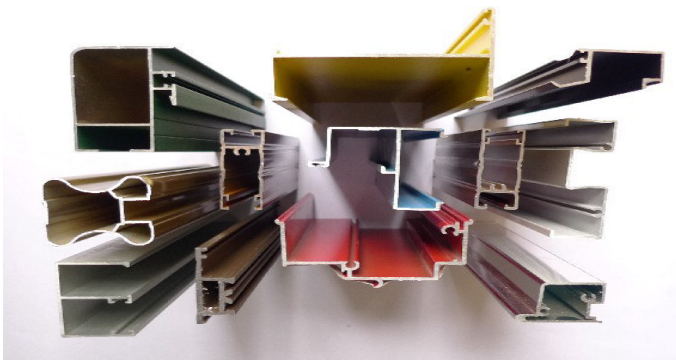
2.4 Systémové hliníkové konstrukce

Hliníkové systémy na mě osobně působí nadčasově. Hliník dosahuje dlouhé životnosti a díky již vytrálým technologiím zabezpečuje energeticky úsporné návrhy, které určují budoucnost. Předností hliníkových systémů je design, stabilita, variabilita a disponují lehkou opracovatelností. Čímž se stávají oblíbenou variantou nejen při výstavbě průmyslových, komerčních a bytových objektů, ale i rodinných domů a dokonce při rekonstrukcích památkově chráněných objektů. Nevýhodou je však energeticky a finančně náročné zpracování hliníku. Na trhu se objevuje několik předních společností s certifikovanými hliníkovými systémy (Schüco, Hueck, Wicona a Reynears...).



Obr. 2.4 Stavby s použitím hliníkových systémů [7]

Na systémové prvky jsou používány protlačované profily ze slitiny kovů Al-Mg-Si 0,5 F22, které mají minimální tahovou pevnost 215 N/mm^2 . Dovolené napětí pro namáhání tahem a tlakem v závislosti na kombinaci zatížení je 95 N/m nebo 105 N/m . Modul pružnosti této slitiny je $E = 7000 \text{ kN/cm}^2$. Požadavky na hliníkové profily pro stavebnictví specifikují normy ČSN EN 12020 „Hliník a slitiny hliníku – Lisované přesné profily ze slitin EN AW-6060 a EN AW-6063“. [8]



Obr. 2.5 Hliníkové profily [9]

Povrchová úprava Al profilů se provádí eloxáží (anodická oxidace) v různých barevných odstínech, nebo práškově vypalovanými laky v celé škále systému RAL nebo EUROCOLOR. Dále se využívá chemické chromátování a fosfátování nebo nátěry na bázi živic a dehtových smol. Doplnkové a kotevní prvky vyrobené z oceli musí být opatřeny antikorozií úpravou například pozinkováním. Viditelné a přístupné doplňkové ocelové prvky musí mít ještě další úpravu. [10]



Obr. 2.6 Barevná paleta systému RAL [11]

Záporná vlastnost hliníku je poměrně značná délková roztažnost v závislosti na teplotě. Zohlednění nastává při řešení napojování detailů a připojovacích spar. Při jednotlivých sestavách musíme taktéž počítat s dilatačními pohyby mezi jednotlivými Al dílci. Dále musíme dbát na riziko vzniku elektrochemické koroze, která vzniká při kombinaci hliníku s jinými kovy bez izolačních mezivrstev nebo špatně zvolené povrchové úpravě. [10]

2.4.1 Výplně stavebních otvorů

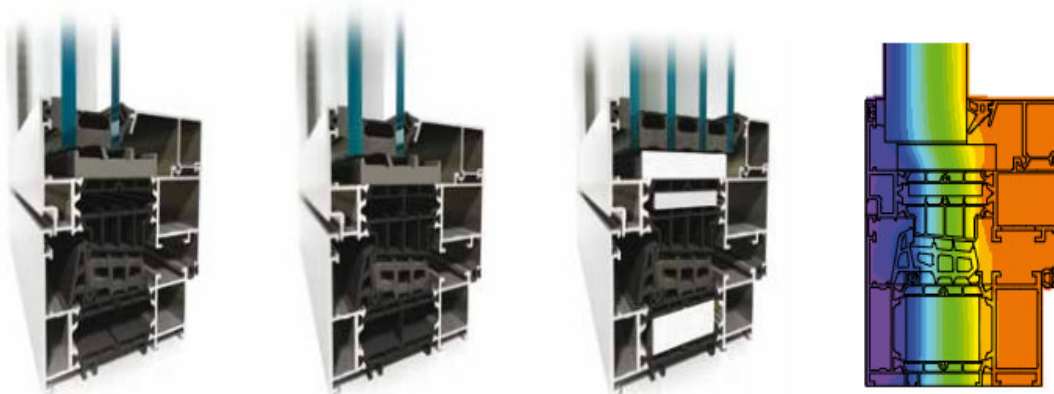
2.4.1.1 Okna, dveře

Dveře spolu s okny vytváří jedinečný výraz objektu. Jednou z hlavních funkcí vnějších dveří je zabezpečit přístup do objektu. Interiérové oddělují a zároveň spojují prostory s rozdílným využitím. Okna slouží k prosvětlení vnitřního prostoru, zajišťují výhled do okolí a důležitou obměnu vzduchu v budově. Z toho vyplývá, že jak okna, tak dveře musí plnit kromě formálních a estetických požadavků také ty funkční.

Hliníkové systémy díky již vyspělým technologiím dokážou zabezpečit vynikající tepelně izolační vlastnosti. Mezi další přední vlastnosti patří vysoká pevnost, životnost, energetická efektivita, mnohé varianty povrchových úprav, úzké pohledové šířky, minimální údržba. Velké pozitivum je v bezproblémové realizaci velkých skleněných formátů.

Všeobecně jsou hliníková okna a dveře vyráběna z protlačovaných profilů, ke kterým patří příslušné doplňky, těsnící profily, kování a prvky kotvení. Pro okna a dveře v obvodové konstrukci se používají hliníkovými profily, které přerušují tepelný most pomocí průběžných izolátorů, zpravidla z polyamidu vyztuženým skelným vláknem, zalisovaných do dvou hliníkových profilů tvořících venkovní a vnitřní komory. Hledají se i jiné materiály, například polythermid, ale u většiny dodavatelů systémů převažuje polyamid vyztužený skelným vláknem. Jelikož odpovídá současnému stavu znalostí a dokáže nejlépe splnit všechny požadavky. U nejvyspělejších systémů se nepoužívají samotné polyamidové izolátory, ale je komplexně řešena celá tepelná zóna vázaného hliníkového profilu. Izolátory se využívají komorové, do izolačních komor se vkládá vložka na bázi pěnového polystyrénu nebo jiných vysoceizolačních umělých hmot. Jednotlivé hliníkové systémy umožňují vyrábět okna i dveře s různými požadavky.

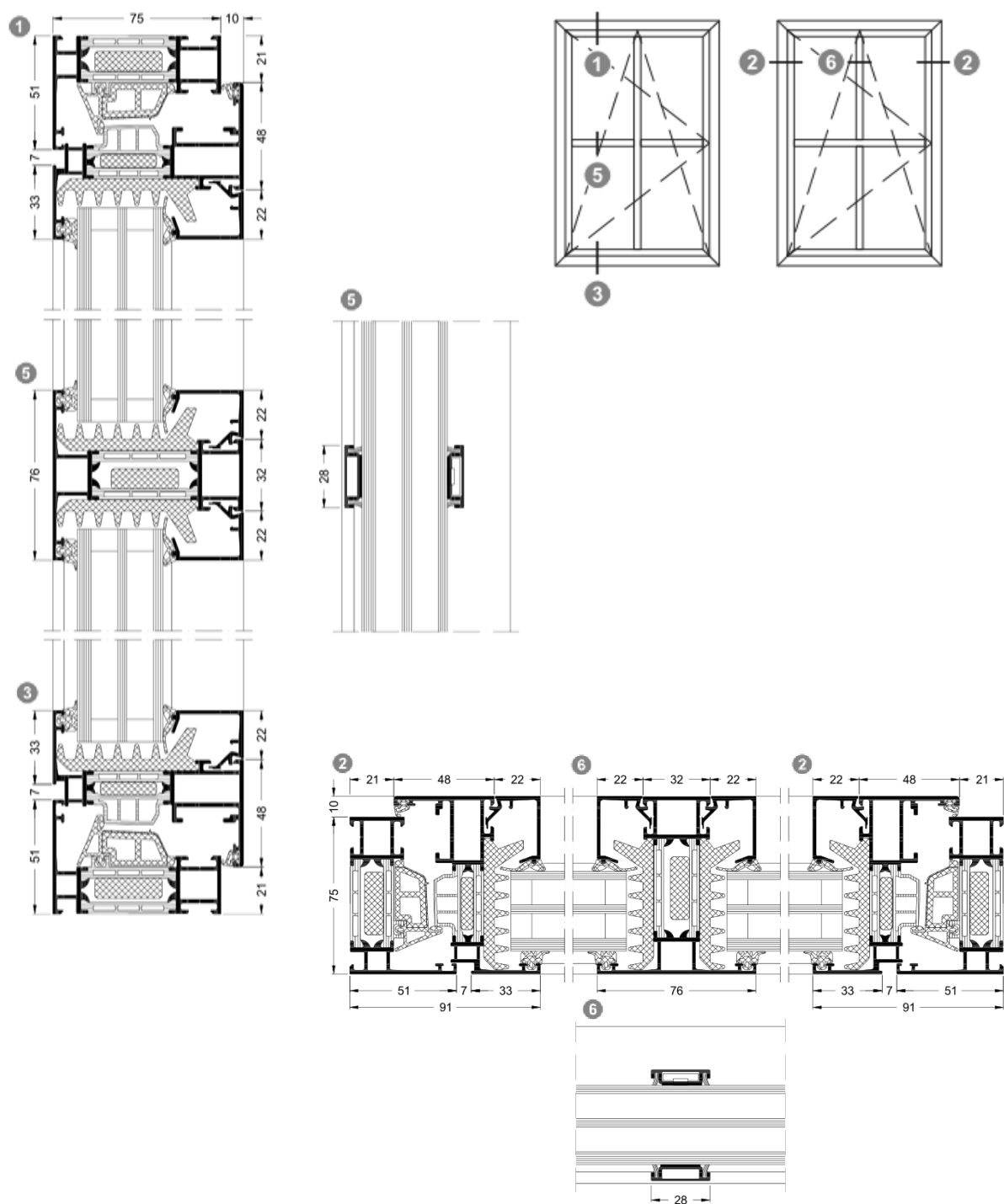
Kromě tepelně-technických požadavků, garantují také solidní ochranu proti hluku, vloupání i proti průstřelu. [8,10]



Obr. 2.7 Profily s přerušeným tepelným mostem [12]

Při výrobě hliníkových oken a dveří je odlišné spojování rámových a křídlových hliníkových profilů oproti ostatním materiálům. Dříve, kdy se ještě nepoužívaly Al profily s přerušeným tepelnými mosty, se v rozích profily svařovaly. Dnes z důvodu zmiňovaných profilů a již definitivních povrchových úprav, se jednotlivé profily spojují pomocí kovových vložek a vzájemného prolisování nebo lepením. Jedná se tedy o mechanické řešení rohových spojů. Rohovníky odpovídají vnitřnímu tvaru dutiny v nosném profilu. Profily jsou dále opatřeny drážkami pro osazení těsnících profilů, drážkami pro osazení celoobvodových kování a drážkami pro přichycení zasklívacích lišt, kotevních prvků, drážkami pro geometrii jednotlivých spar. [10]

Například společnost Schüco nabízí několik řad provedení hliníkových oken a dveří, od základních systémů přes blokové systémy až po designové systémy, v různých hloubkách osazovacího rámu.



Obr. 2.8 Hliníková konstrukce okna (Schüco AWS 75.SI) [13]

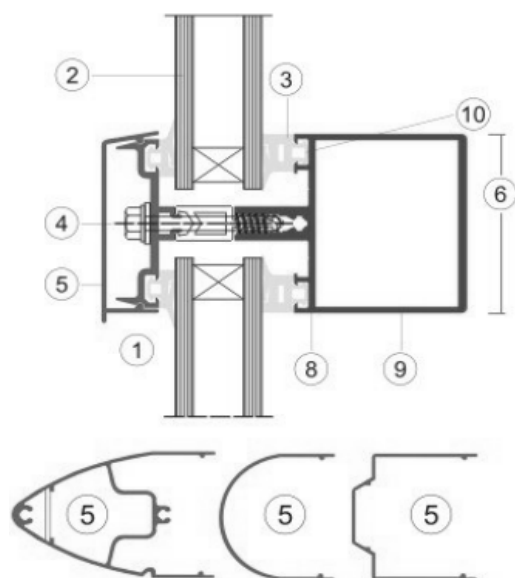
2.4.2 Opláštění staveb

Hliníkové fasády patří mezi lehké obvodové pláště, které se obvykle kompletují až na stavbě z předem vyrobených prvků. Dle ČSN 13830 se za lehký obvodový plášť považuje montovaná fasádní konstrukce svislá, nebo se sklonem do $\pm 15^\circ$ od svislice k povrchu stavby.

Základní rozdělení hliníkových fasádních systémů:

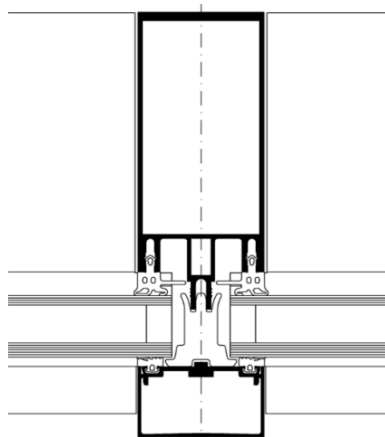
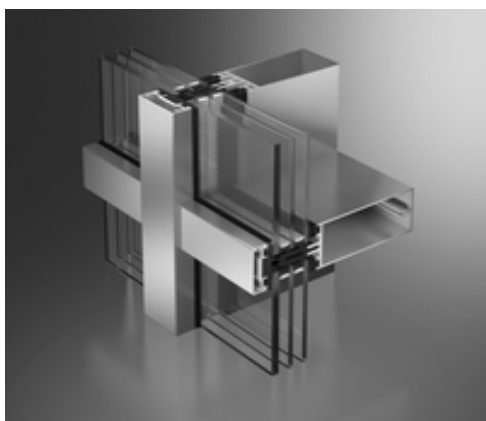
- Průhledné:
 - sloupko-příčkové (polostrukturální, strukturální)
 - blokové
 - dvojité
- Neprůhledné:
 - sloupko-příčkové
 - skládané sendvičové panely
 - provětrávané

Sloupko-příčkový systém nebo také rastrový, je sestaven ze svislých a vodorovných hliníkových prvků nesoucí prosklené plochy ale i plné výplně. Tento systém je základním systémem k provedení obvodového pláště budovy, vnitřní výstavby a prostorové zástavby. Systém umožňuje zrealizovat zcela rozdílné konstrukce s velkými rastrovými roztečemi, výškami a členěním dovnitř nebo ven. Dnešní trh nabízí mnoho designových variant s různými typy výplně a v různých technických variantách (tepelně-technické, požární odolnost...). V závislosti na profilaci a příslušenství mají fasády s přerušným tepelným mostem U_f hodnoty v rozmezí 0,6 – 2 W/m²K. Některé společnosti dokonce nabízí řešení pro pasivní a nízkoenergetické stavby.



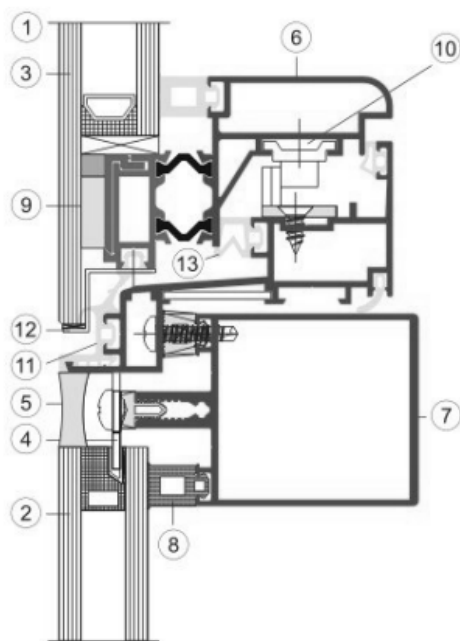
1. Fasádní systém s PTM
2. Zasklení v šířkách 8-50 mm
3. Zasklívací gumy – těsnění EPDM
4. Samořezné nerezové šrouby
5. Přítlačná a krycí lišta + další možné varianty
6. Šířka konstrukce fasády
7. PTM ve třech hloubkách z polyamidových profilů
8. Spojení příček - prošroubováním nebo T-spojem
9. Statika - vsunutí spojovacích a zesilovacích profilů
10. Odvod vody - každé pole nebo z příček do sloupů

Obr. 2.10 Popis systému zasklení (svislý řez) [14]



Obr. 2.11 Sloupko-příčkový systém s přiznanými lištami [7]

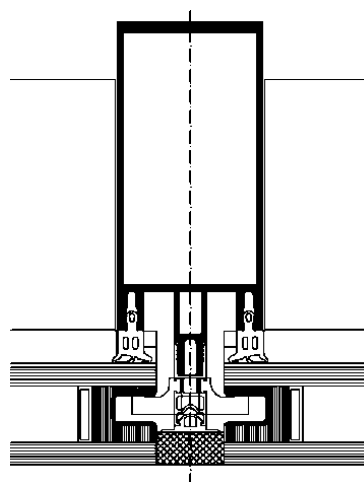
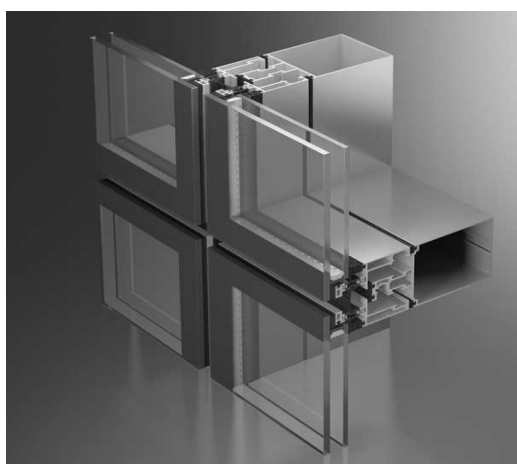
Mezi rastrové systémy patří také fasády polostrukturální a strukturální. Polostrukturální se od základního systému liší v tom, že má pouze horizontální přítlačnou a krycí lištu. Strukturální fasády lišty nemají. Sklo je uchyceno, buďto vlepěním přímo na hliníkový rám speciálním strukturálním silikonem, nebo se přímo do skla vkládají U profily pomocí nichž jsou kotveny do nosné konstrukce. Cílem je získat efekt jednotlé skleněné plochy bez viditelných hliníkových prvků.



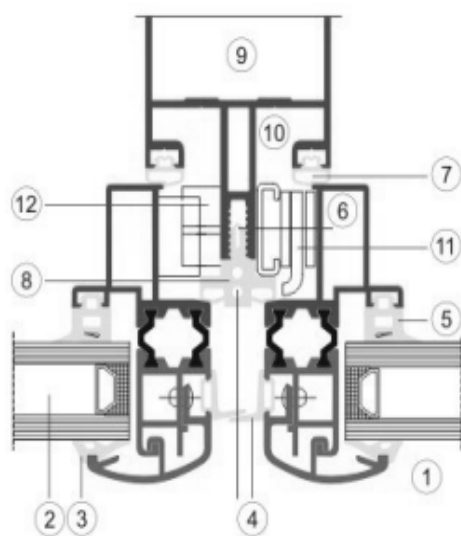
1. Fasádní strukturální systém s PTM
2. Zasklení izolačním dvojsklem
3. U otevíravých prvků je sklo lepeno
4. Mechanické uchycení speciálními nerez. úchyty
5. Tmelená spára
6. Profil křídla s izolačními polyamidovými pásky
7. Nosná konstrukce fasády
8. Vnitřní zasklívací gumy z EPDM
9. Profil pro nalepení skla, vždy eloxovaný
10. Drážka pro kování

11. Krycí těsnění z EPDM
12. Mechanické zabezpečení – lepených skel
13. Středové těsnění z EPDM

Obr. 2.12 Popis strukturálního systému zasklení (svislý řez) [14]



Obr. 2.13 Sloupko-příčkový systém se strukturálním uchycením skla [7]



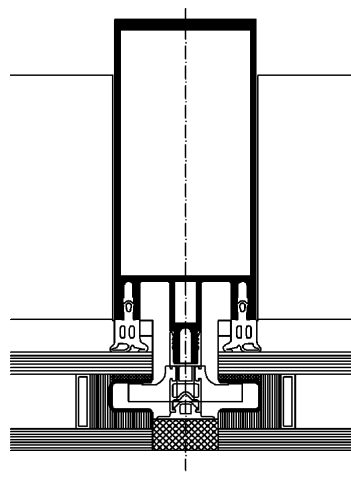
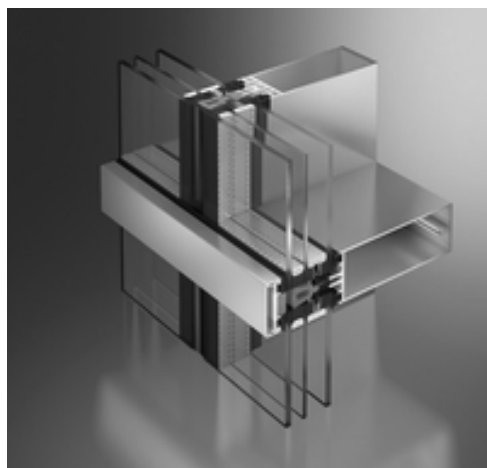
1. Fasádní polostrukturální systém s PTM
2. Zasklení izolačním dvojsklem
3. Vnější zasklívací gumy – těsnění EPDM
4. Praporkové těsnění proti větru a vodě
5. Vnitřní zasklívací gumy – těsnění EPDM
6. Pásky z polyamidu vyztuženým skelným vláknem
7. Akustické těsnění
8. Centrální těsnění z EPDM
9. Svislý sloupek

10. Komora pro uchycení a skrytí vyklápěcích nůžek

11. Vyklápěcí nůžky

12. Upevňovací prvky pevných dílů

Obr. 2.14 Popis polostrukturálního systému zasklení (svislý řez) [14]



Obr. 2.15 Sloupko-příčkový systém s polostrukturálním uchycením skla [7]

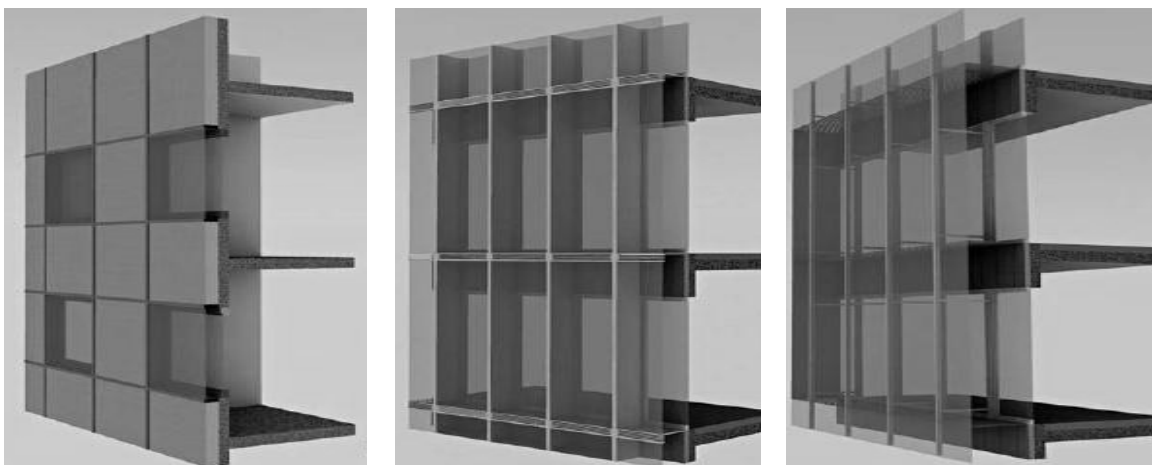
Blokový systém (modulový, segmentový) se mnohdy volí u velkých ploch fasád s opakujícími prvky a také z časového hlediska, který souvisí s dodržením smluvených termínů. Systém je sice náročnější na přípravu, ale značně se usnadňuje finální montáž. Fasáda se prefabriquje ve výrobě a poté je převezena na stavbu s finální úpravou, zasklením, napojovacími prvky, atd.



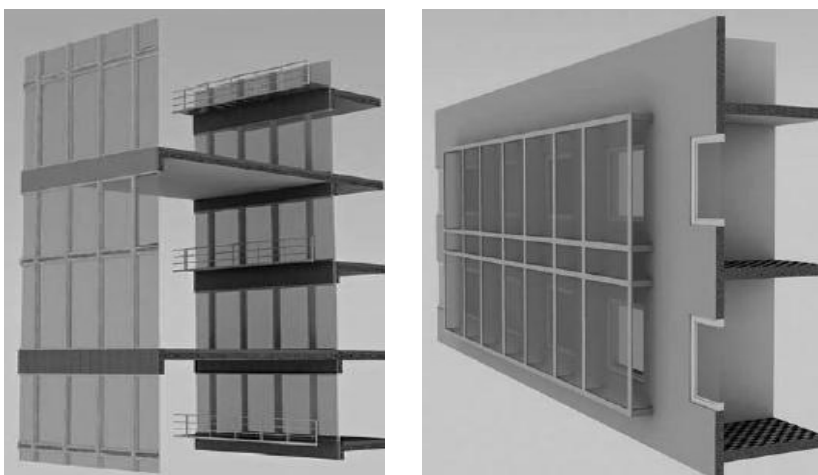
Obr. 2.16 Montáž blokové fasády (Univerzitní kampus Masarykovy univerzity) [15]

Dále bych chtěla zmínit **dvojitě transparentní fasády**, které jsou původem z již zmiňovaných fasádních systémů. Hlavním důvodem k návrhu DTF je snížení energetické náročnosti budov. Dalšími požadavky kromě architektury jsou stínící technika, přirozené větrání, protihlukové řešení atd.

DTF jsou založené na principu jednoduchého vzduchového kolektoru, který je tvořen předsazenými skleněnými deskami před prosklenou konstrukcí. Tyto fasády můžeme rozdělit podle šířky meziprostoru. Volba této šířky je v důsledku architektonického, konstrukčního a účelového řešení budovy. Dělíme je na DTF s úzkým meziprostorem, neprůchodným meziprostorem, průchodným „chodbovým“ meziprostorem, širokým „halovým“ meziprostorem, žaluziová, akustická transparentní stěna. [16]

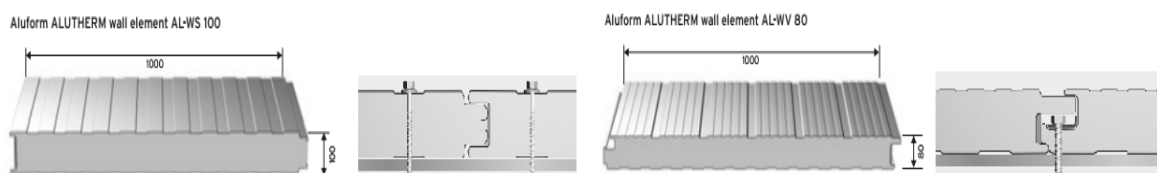


Obr. 2.17 DTF s úzkým meziprostorem, neprůchodným meziprostorem, průchodným „chodbovým“ meziprostorem [16]



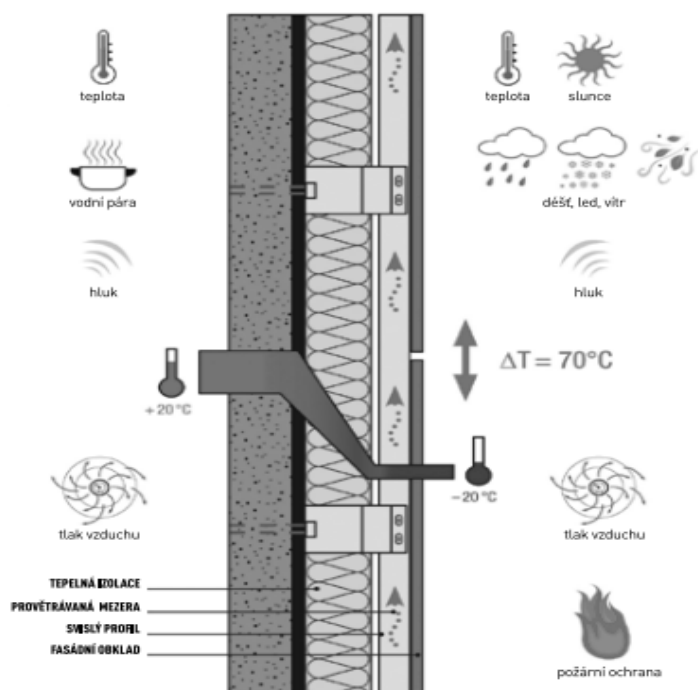
Obr. 2.18 DTF s širokým „halovým“ meziprostorem, akustická stěna [16]

Skládané sendvičové panely se vyrábějí z lehkých hliníkových prvků, které mají v nosné konstrukci jádra tuhou polyuretanovou pěnu. Al sendvičové panely kombinují vlastnosti jako korozní odolnost, nízká hmotnost se slušnými tepelně izolačními schopnosti. Všeobecně se hliníkové sendvičové panely vyrábějí v tl. 30-100 mm a dl. 1000 mm. Panely se upevňují pomocí šroubových spojů do nosné konstrukce jak vertikálně tak horizontálně. Velkou výhodou sendvičových panelů je rychlá a snadná montáž, kterou lze provádět bez ohledu na povětrnostní podmínky.



Obr. 2.19 Hliníkové sendvičové panely [17]

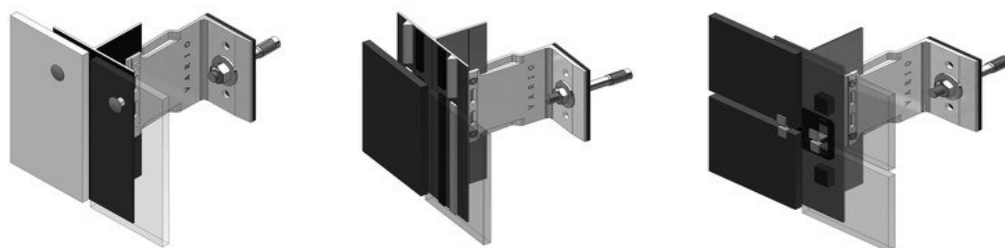
Provětrávaná hliníková fasáda je tvořena z nosných prvků, tepelné izolace, nosného roštu a zavěšeného prvku fasády (fasádní desky, kazety, keramické obklady, kamenné desky, skla). Tepelná izolace je většinou z minerálních materiálů, sloužící proti úniku tepla a také jako zvuková izolace. Nosný rošt spojuje izolovaný nosný prvek a fasádní obklad. Úkolem provětrávání je udržet suchou konstrukci stálým prouděním vzduchu pomocí vzduchové mezery. Velkou výhodou provětrávané fasády je zajištění příjemnějšího klimatu ve vnitřních prostorech. Dalším pozitivem je téměř neomezené možnosti vnějších úprav s vysokou životností. [18]



Obr. 2.20 Stavebně fyzikální pokyny provětrávané fasádě [18]

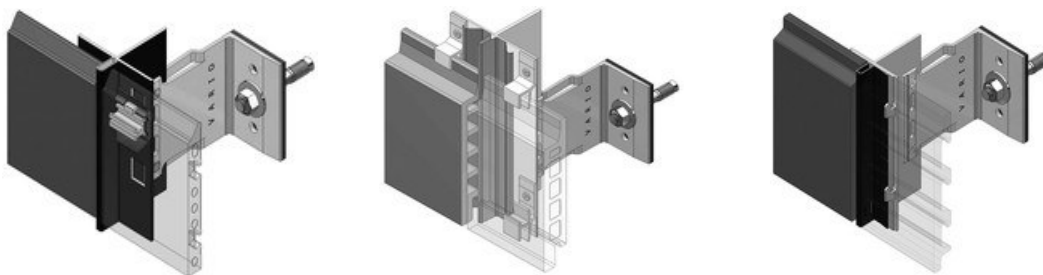
V praxi se můžeme setkat s velice propracovaným fasádním systémem společnosti Iltegro. Zabývá se výrobou hliníkové fasádní konstrukce pro odvětrané fasády. Konstrukce zajišťují různé varianty profilů, speciálního příslušenství, napojení na obkladové materiály v různých povrchových úpravách. Obkladové materiály jsou zejména fasádní desky, lehká keramika, kamenný obklad, kazety, HPL panely...

Základní princip ve vývoji nosného systému je v zabezpečení vzduchové mezery v rozmezí 4-8 cm mezi fasádním materiálem a tepelnou izolací. Tímto se zajistí optimální ventilační efekt. Dále volný pohyb všech prvků v souladu s vlastním koeficientem tepelné roztažnosti a přenesení dynamického zatížení. [19]



Obr. 2.21 Uchycení fasádních desek (pomocí nýtů, lepením, úchytkami) [19]

Pomocí nýtů upevňujeme cementovláknité desky např. Silbonit, Cembonit, Eternit, Swisspearl, kompaktní desky např. Fundermax, Trespa, Prodema Resopal Kronospan, kompozitní desky na bázi bondů. U lepené varianty je nutné dodržet zásady pro tento typ upevnění, nelze použít vždy a všude. Používá se pro kompaktní desky, kompozitní desky, některé typy cementovláknitných desek, keramických a kamenných obkladů. Upevnění s nerezovými příchytkami používáme u keramických, skleněných a kamenných obkladů, ale také pro cementovláknité, kompaktní a kompozitní desky. [19]



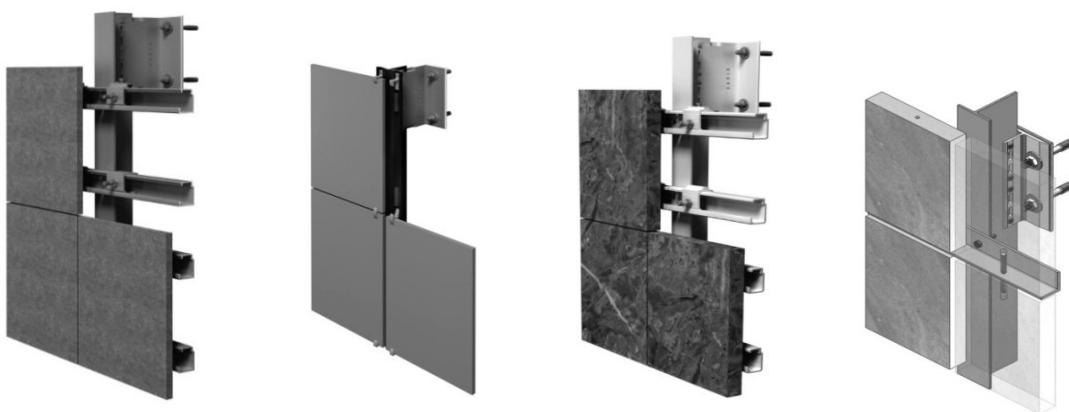
Obr. 2.22 Uchycení keramických obkladů (Agrob Buchtal, Argeton, Creaton) [19]

Systém slouží k instalaci fasádních obkladů jednotlivých typů pomocí úhelníků a hlavní nosné konstrukce tvořené podpůrnými profily. [19]



Obr. 2.23 Uchycení kazet (VARIO, BRAVO A, BRAVO B) [19]

Systém VARIO se používá pro upevnění kazet z kompozitních materiálů (všechny typy bondů). BRAVO typ A je navržený pro montáž kompozitních materiálů a kovových obkladů při uplatnění zásad pro zavěšené panely – kazety. Systém BRAVO typ B se využívá pro upevnění kompozitních materiálů v podobě kazet. [19]



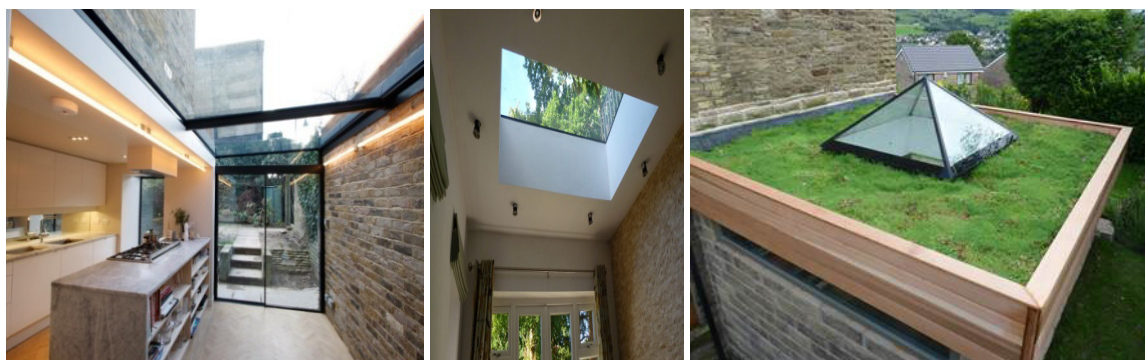
Obr. 2.24 Neviditelné uchycení (VARIO Undercut, VARIO Clips, FORTE Undercut, uchycení pomocí čepů) [18]

Systém s neviditelnými úchyty zajišťuje jednotlý vzhled fasády. Jde o technologii mechanického upevnění pomocí závrtných kotev na zadní straně materiálu. Používá se pro uchycení cementovláknitých desek, kompaktních desek, kompozitních desek a další.

Systém s upevněním pomocí klipů a těsnění se používá pro typy obkladů v tloušťce menší jak 12 mm. Systém FORTE byl vyvinut, aby přenesl extrémní namáhání způsobené fasádním materiálem o hmotnosti větší jak 90kg/m^2 . Využívá se mechanické upevnění pomocí závrtných kotev. Systém s uchycením pomocí čepů se užívá pro montáž obkladových desek z kamene o tloušťce větší než 30 mm. [19]

2.4.3 Světlíky a střešní systémy

Světlíky slouží k prosvětlení denním světlem a přirozenému větrání vnitřních prostor budovy. Při návrhu je důležité dbát na správné umístění na střeše a výběr vhodného tvaru a výplně, aby nevzniklo nežádoucí oslňování a přehřívání interiéru. Konstrukce světlíků je celohliníková, často se využívají tepelně odizolované fasádní systémy, výplně jsou skleněné, z polykarbonátu nebo PMMA. Rozmanitost hliníkových systémů umožňuje navrhnout jakoukoliv geometrii. Do světlíků je možné nainstalovat ventilační křídla nebo ventilátory pro lepší cirkulaci vzduchu a odvětrávání prostor.



Obr. 2.25 Zajímavé detaily střešních světlíků [20,21]

Základní typy světlíků:

- Pásové
 - ploché, obloukové, valbové, pultové, sedlové, atypické



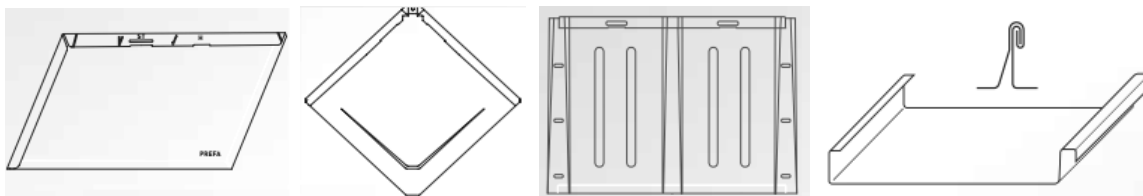
Obr. 2.26 Pásové světlíky [22,23,21,24]

- Bodové:
 - ploché, valbové, pyramidové, obloukové, kopulové



Obr. 2.27 Bodové světlíky [21,25,26]

Střechy s hliníkovou krytinou by měly být řešeny stejně jako u fasád s odvětráváním, aby se odváděla vlhkost ze střešní konstrukce. Nevětrané střešní konstrukce volit opravdu jen jako mimořádné řešení. Jsou různé varianty montáží a systémů hliníkových krytin. Například společnost PREFA Aluminiumprodukte používá několik druhů krytin podle sklonu střechy. Na střechy se sklonem od 25° využívají falcovaný šindel nebo falcované šablony, které jsou uchyceny pomocí patentovaných příchytěk. Se stejným způsobem uchycení se také vyrábí falcované tašky pro střechy se sklonem od 12° . Na střechy se sklonem $>7^\circ$ je doporučeno použití svitkového plechu (při menších sklonech nutnost utěsnění drážek). [27]



Obr. 2.28 Přehled hliníkových krytin společnosti PREFA Aluminiumprodukte [27]

2.4.4 Stínící technika

Užitečným doplňkem výplní otvorů a fasád je stínící technika.

Základní dělení hliníkových prvků pro stínění:

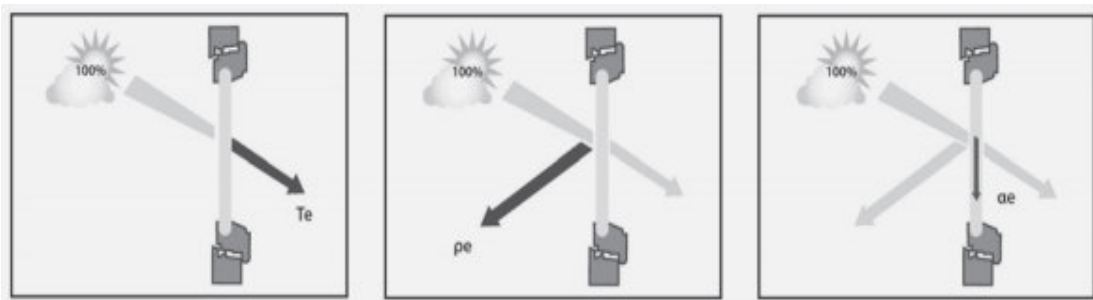
- Vnitřní:
 - žaluzie, rolety
- Vnější:
 - žaluzie, rolety slunolamy, markýzy, pergoly

Kromě prvotní funkce zastínění a ochrany před nežádoucími slunečními paprsky mají tyto prvky i další řadu vlastností. Zajišťují soukromí, bezpečnost, chrání před chladem, teplem a hlukem z ulic. V moderní architektuře stínící technika může sloužit jako funkční, zajímavý designový prvek.

Rozdělení tepelného záření z hlediska energetické úspornosti:

- *Transmise – záření, které je oknem vpuštěno do vnitřního prostoru, součinitel τ_e nabývá hodnot 0-100 % neboli 0-1.*

- *Reflexe* – záření, které je oknem odraženo zpět do venkovního prostoru, součinitel ρ_e nabývá hodnot 0-100% neboli 0-1.
- *Absorpce* – záření, které je oknem absorbováno a zvyšuje jeho teplotu, součinitel α_e nabývá hodnot 0-100% neboli 0-1. [8]



Obr. 2.29 Transmise, reflexe, absorpce [8]

Výsledně pak vždy platí rovnice:

$$\tau_e + \rho_e + \alpha_e = 100 \% \text{ neboli } 1 \quad (1)$$

Hodnota celkového činitele prostupu sluneční energie bez clony se spočítá dle vztahu:

$$g = \tau_e + q_i \quad [-] \quad (2)$$

kde

q_i - činitel sekundárního přestupu tepla do interiéru

q_a - činitel sekundárního přestupu tepla do exteriéru

Hodnota činitele g pro teoretický výpočet je dána výrobcem okenních tabulí nebo oken a je značena SF – celkový činitel prostupu sluneční energie. Při využití stínící techniky, činitele prostupu sluneční energie nazveme g_{total} , který se spočítá dle rovnice:

$$g_{total} = g \times F_c \quad [-] \quad (3)$$

kde

F_c - redukční součinitel, charakterizován v DIN 4108. Hodnota tohoto součinitele se pohybuje mezi 0 (teoreticky nejlepší ochrana proti slunečnímu záření) a 1 (žádná ochrana proti slunečnímu záření, v tom případě $g = g_{total}$). [8]

Dle výše popsaného výpočtu má největší účinnost stínící technika vnější, která zabraňuje vniknutí slunečního záření do interiéru. Méně účinná je stínící technika vnitřní, jelikož absorbuje sluneční záření prošlé oknem a zahřívá předměty uvnitř, které zvyšují teplotu vnitřních prostor. [8]

2.4.5 Doplnkové systémy

Sítě proti hmyzu a pilu jsou nejúčinnější ochranou před hmyzem a pylem nejen pro alergiky. Konstrukce jsou vyráběny z hliníkového rámu nebo vodících lišt a síťoviny, které se montují do oken i dveří.

Specifické výhody z pohledu uživatele jsou provedení rámu v různých barvách RAL a imitací dřeva, výběr materiálu síťoviny, možnost atypického provedení, vysoká životnost, bezúdržbovou, možnost montáže bez zásahu do rámu okna, kombinace s exteriérovou stínící technikou, možnost automatizace.

Základní rozdělení:

- Dle způsobu provedení sítě:
 - pevná, rolovací, posuvná, stahovací plisé, integrovaná v exteriérové stínící technice
- Dle materiálu síťoviny:
 - klasická, pro alergiky

2.5 Tepelná technika

Tepelně technická kvalita budov a energetická náročnost budov se dostali do popředí nejen kvůli zvyšování cen za energie, ale také ve snaze šetřit životní prostředí. Na tento šířící se trend reagovala v posledních 15 letech jak legislativa v rámci Evropské unie tak i Česká republika. [28]

Vyhláška č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby ve znění Vyhlášky č. 20/2012 Sb. Uvádí základní požadavky na stavby jako mechanická odolnost a stabilita, požární bezpečnost, ochrana zdraví osob a zvířat, zdravých životních podmínek a životního prostředí, ochrana proti hluku, bezpečnost při užívání a úspora energie a tepelná ochrana. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov stanovuje opatření, které pomůže Evropské unii dodržet závazek Kjótského protokolu (snížení produkce skleníkových plynů do roku 2020). [28]

Průkaz energetické náročnosti je dnes nedílnou součástí projektové dokumentace. Zpracovává se podle vyhlášky č.78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Ukazatele energetické náročnosti budovy jsou podle §3 zmíněné vyhlášky:

- a) *celková primární energie za rok;*
- b) *neobnovitelná primární energie za rok;*
- c) *celková dodaná energie za rok;*
- d) *dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok;*
- e) *průměrný součinitel prostupu tepla;*
- f) *součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici;*
- g) *účinnost technických systémů.* [28]

Pro hodnocení budovy z tepelně technického hlediska jsou důležité součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici a průměrný součinitel prostupu tepla. S těmito součiniteli jsou spjaty další parametry rozepsané ve Vyhlášce č. 268/2009 Sb. ve znění Vyhlášky č.20/2012 Sb. [28]

V současnosti je zaznamenán obrovský rozvoj v oblasti výpočetních nástrojů pro tepelně technické výpočty. Bohužel mnoho uživatelů nemá velké povědomí o výpočetních i hodnotících postupech a provádí tepelně technické výpočty bez potřebných teoretických základů. Což může mít dopad na kvalitu těchto výpočtů a vznikají opakující se závady stavebních děl při jejich užívání. [28]

2.5.1 Základy procesu šíření tepla

Do výpočtů tepelně izolačních vlastností konstrukcí se zahrnují všechny druhy přenosu tepla. Jsou to přenosy tepla vedením (kondukce), prouděním (konvekce), zářením (radiace). Všechny tyto způsoby přenosu tepla jsou závislé na teplotním spádu uvnitř konstrukce. [29]

Přenos tepla vedením se děje ve spojitém prostředí a probíhá uvnitř látek všech skupenství. Stavební částice si navzájem dávají kinetickou energii neuspořádaných tepelných pohybů, přenášející se z míst s vyšší teplotou do míst o nižší teplotě látky. Proudění tepla nastává, když částice mění polohu ve velkém a přitom unášejí svoji energii. Podmínka je existence látkového prostředí. Děj probíhá v látkách kapalných a plyných. Přenos tepla zářením nevyžaduje látkové prostředí. Teplo je přenášeno elektromagnetickým zářením a dochází k tomu i ve vakuu. [29]

2.5.2 Základy stavebně fyzikálních výpočtů

2.5.2.1 Základní stavebně fyzikální parametry a vztahy

Součinitel tepelné vodivosti udává schopnost materiálu vést teplo, značí se řeckým písmenem λ [W/(mK)]. Čím určitý materiál lépe vede teplo a méně izoluje, tím je větší veličina λ . Hodnoty součinitele tepelné vodivosti nalezneme v tabulce materiálů nebo ji udávají přímo výrobci ve svých prospektech. [29]

Tepelný odpor značený R [$\text{m}^2\text{K/W}$] byl do roku 2002 základní veličinou, který posuzoval prostup tepla konstrukcemi. Nyní byl nahrazen součinitelem prostupu tepla a slouží pouze jako součást jeho výpočtu. Čím má tepelný odpor menší hodnotu, tím více tepla prochází konstrukcí. Ve výpočtu se sčítají podíly d pro jednotlivé vrstvy konstrukce. [29]

$$R = d_1/\lambda_1 + d_2/\lambda_2 + \dots + d_n/\lambda_n \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad (4)$$

kde

d – tloušťka vrstvy konstrukce

n – počet započítatelných vrstev konstrukce

Součinitel prostupu tepla je základním parametrem, který hodnotí stavební konstrukce z hlediska prostupu tepla. Vše co se týká výpočtu i doporučené a požadované hodnoty je uvedeno v normě ČSN 73 0540-2. Součinitel prostupu tepla je odvozen z tepelného odporu a značí se U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]. [29]

$$U = 1/(R_{si} + R + R_{se}) \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad (5)$$

kde

R_{si} – odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce

R_{se} – odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce

Při návrhu stavebních konstrukcí je dobré se držet normových hodnot, aby nedocházelo vzniku stavebně fyzikálních poruch (povrchová kondenzace). Pokud bychom chtěli dosáhnout hodnot například pasivního standardu, je třeba používat daleko přísnější kritéria, než uvádí zmiňovaná norma. [29]

Tepelná jímavost konstrukce je schopnost materiálu pohltnout nebo vydávat teplo. Materiál má větší schopnost akumulovat teplo, čím je hodnota tepelné jímavosti větší. Obecně hmotnější konstrukce má lepší schopnost akumulovat teplo než konstrukce lehčí. Což je důležité pro tepelnou stabilitu místností v zimním a letním období. [29]

2.5.2.2 Difúze vodních par, rosný bod a jeho následky

Obecně všichni vzduch obsahuje v určitém množství vodní páru a v každém prostředí je nějaká teplota a tlak, tyto dvě veličiny mají vliv na množství vody ve formě vodní páry ve vzduchu. Stavební konstrukce jsou z materiálů, které dokážou více či méně propouštět vodní páru. Jsou určité zásady, podle kterých navrhujeme skladbu obvodové konstrukce, aby směrem ven klesal odpor pro prostup vodní páry. Kdyby se stalo to, že pronikne do skladby konstrukce, neměla by mít v blízkosti chladného vnějšího prostředí významnou překážku, která by zachránila prostoupit do vnějšího prostředí. Kdyby bylo zabráněno úniku vodní páry z konstrukce, docházelo by k nasycení vodní parou a po dosažení rosného bodu, by kondenzovala voda ve stavebním dílci. Difúzní vlastnosti materiálů se vztahují k fyzikálním veličinám, ty nejpoužívanější jsou:

Faktor difúzního odporu je veličinou charakterizující schopnost bránit difúzi vodních par v konstrukci značená μ [-]. Udává, kolikrát je materiál méně propustný pro vodní páru, než vzduch.

Ekvivalentní difúzní tloušťka je tloušťka, kterou musí mít vrstva vzduchu, aby kladla prostupující vodní páře stejný odpor. Pomocí této tloušťky se hodnotí difúzní vlastnosti materiálů (zejména tenkovrstvých).

$$S_d = \mu \times d \quad [\text{m}] \quad (6)$$

kde

d – tloušťka materiálu

Difúzní odpor konstrukce

$$R_d = s_d \times N \quad [\text{m/s}] \quad (7)$$

kde

N – fyzikální konstanta, velikost je $5,315 \times 10^9$ a udává se v s^{-1}

Kondenzací vodní páry vzniká kapalná voda, dochází k tomu na povrchu i uvnitř konstrukce. Povrchovou kondenzaci u novostaveb musíme vyloučit vhodnou skladbou a dostatečným zateplením obvodové konstrukce. Ve větších případech vzniká u starších objektů tam, kde se vyskytují tepelné mosty a bývá povrchová teplota výrazně nižší než v okolí (nadpraží, ostění oken, krokve, překlady...). Projevuje se například plísněmi, vlhkostí konstrukcí. [29]

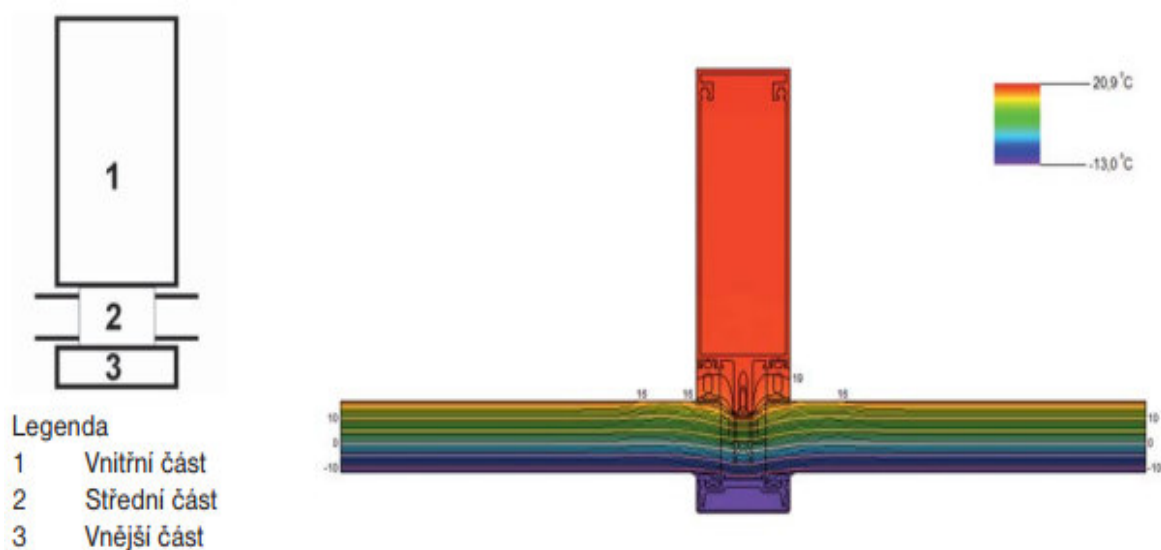
2.5.3 Tepelně technické parametry výplní otvorů a LOP

Jak již bylo výše zmíněno, základním tepelně izolačním parametrem výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů je součinitel prostupu tepla. V této podkapitole budou řešeny jednotlivé parametry pro výpočet celkového součinitele prostupu tepla. Pro určení součinitele prostupu tepla oken má stejnou váhu výpočet (ČSN EN ISO 10077) i měření (ČSN EN ISO 12567-1). U lehkých obvodových plášťů se počítá dle normy ČSN EN 13947, metodika pro měření součinitele prostupu tepla zatím není dána. [8]

Je třeba zmínit, že na součinitel prostupu tepla má obrovský vliv členění okna, fasády. S hustým členěním je vždy vyšší součinitel, protože přibývá rámu a tepelných mostů v místě zasklení. Máme dvě stejná hliníková okna se shodnými skly i distančními rámečky, rozdíl je pouze v členění. Například jednoduché otevíravě-sklopné okno má $U_w = 1,42 \text{ W/m}^2\text{K}$, dělené dvoukřídlé okno s nadsvětlíkem má $U_w = 1,58 \text{ W/m}^2\text{K}$. [8]

Okrajové podmínky dle ČSN 73 0540-3 se využívají při zohledňování vnějšího klimatu dle polohy budovy. Stavby se navrhují tak, aby fungovaly v létě a hlavně v zimě. [8]

Součinitel prostupu tepla rámu U_f charakterizuje celkový prostup tepla 1 m^2 plochy okenního rámu nebo rámu LOP. Uvažovanou plochu 1 m^2 použijeme při zachování původní šířky rámu, jelikož šířka rámu má významný vliv na součinitele prostupu tepla, který se snižuje s rostoucí šířkou rámu. Postup výpočtu nalezneme v ČSN EN ISO 10077-2. [8]

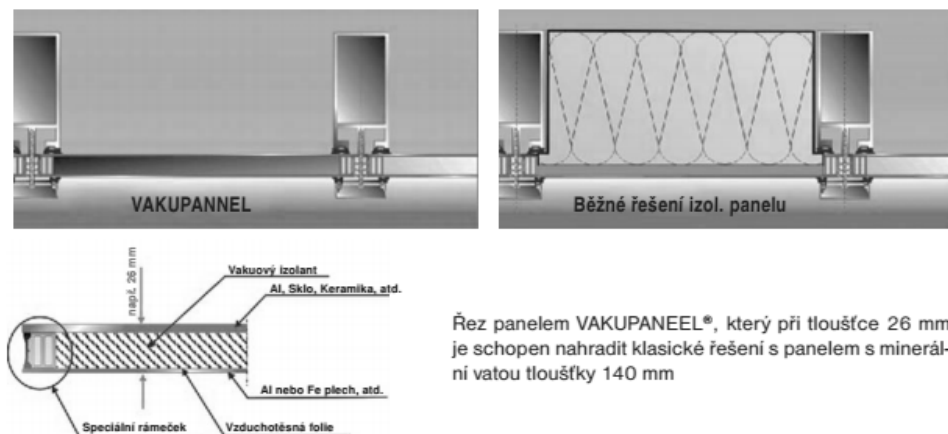


Obr. 2.30 Průběh izoterm fasádním sloupkem [8]

Z obrázku je zřejmé, že zásadní teplotní spád uvnitř rámu je právě ve střední části. Vnitřní a vnější část rámu má určitý teplotní spád (1K), který je zanedbatelný a na výsledný součinitel prostupu tepla nemá podstatný vliv. Součinitel prostupu tepla rámu lze snížit vhodnou úpravou střední části rámu. Ve výpočtu je také třeba uvažovat s vlivem kotev a šroubů prostupujících střední částí rámu především šrouby přítlačné lišty u rastrových fasád. Výpočet je popsán v ČSN EN 13947. [8]

Výpočet **součinitel prostupu tepla dvojskla a trojskla U_g** je uveden v normě ČSN EN 673. Tuto hodnotu většinou uvádí výrobce skel.

Součinitel prostupu tepla panelu U_p a jeho výpočet se nachází v ČSN 73 0540-4. U fasád součinitel U_p není striktně zadán, ale z důvodu splnění požadavku na celkový součinitel prostupu tepla fasády, je výhodné navrhnout co nejnížší. U neprůhledných panelů LOP se jako tepelná izolace používá minerální vlákna, panely z polyuretanové pěny, PUR panely, vakuové izolační panely. [8]



Obr. 2.31 Řešení panelu VAKUPANEEL s běžným panelem [8]

Lineární činitel prostupu tepla ψ charakterizuje tepelnou vazbu v místě spojení dvou plošných konstrukcí. U lehkých obvodových plášťů a oken se využívají tyto lineární činitele prostupu tepla:

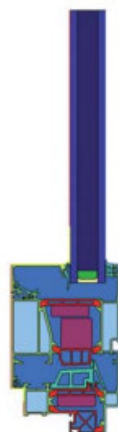
- Lineární činitel prostupu tepla vlivem zasklení ψ_g , který vyjadřuje přídavný tepelný tok v místě uložení zasklení do rámu okna či LOP. Při zasklení jednoduchým sklem, lze tento činitel zanedbat. Činitel je ovlivňován zvoleným distančním rámečkem (tepelná vodivost použitého materiálu), hloubkou uložení dvojskla do rámu, tloušťkou vrstvy primárního i sekundárního tmelu (druh použitého tmelu), šířka použitého dvojskla, šířka plynového prostoru uvnitř dvojskla atd.
- Lineární činitel prostupu tepla vlivem napojení neprůhledného panelu ψ_p , který charakterizuje vzájemné tepelné působení mezi rámem a neprůhledným panelem. ψ_p je ovlivňován skladbou neprůhledného panelu a způsobem jeho upevnění do rámu.
- Lineární činitel prostupu tepla vlivem napojení okenního rámu ψ_f vyjadřující vliv bočního toku mezi okenním rámem a rámem LOP. Ovlivňuje ho výběr spojovacího materiálu a hloubka uložení přídavného profilu. [8]

Typ rámečku	Materiál	Tepelná vodivost [W/m.K]	Lineární činitel prostupu tepla ψ_g [W/m.K]	
			OKNO SCHUECO RS 75 SI	FASÁDNÍ SYSTÉM SCHUECO FW 50+
ALU	hliník	160	0,114	0,130
Ferrotech	ocel	50	0,104	0,119
Chromatec	nerezová ocel	17	0,093	0,107
Chromatec Plus	nerezová ocel Cr - Ni	14,3	0,069	0,078
TGI *	hliníková folie / plast	160 / 0,19	0,092	0,106
TGI-W *	nerezová folie / plast	20 / 0,19	0,059	0,067
Swisspacer	hliníková folie / kompozit	14,3 / 0,19	0,090	0,104
Swisspacer V	nerezová folie / kompozit	14,3 / 0,19	0,056	0,064
Thermix	nerezová folie / plast	14,6 / 0,23	0,057	0,065

Obr. 2.32 Lineárních činitelů prostupu tepla vlivem zasklení pro různé distanční rámečky [30]

Okenní systém Schueco RS 75 SI

- Dvojsklo 6 - 16 - 6
- Hloubka založení dvojskla 14 mm



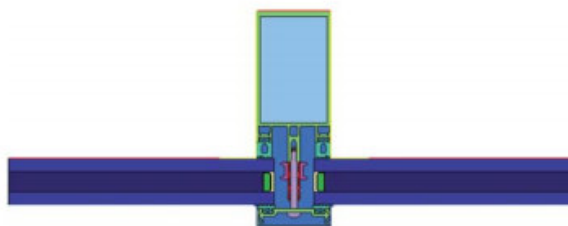
Okenní systém Schueco RS 75 SI

Name	λ [W/(m.K)]
Aluminium (Si alloys)	160,000
Butyl (isobutene), solid / hot melt	0,240
Cr-Ni-Nerez(1)	14,300
EPDM (ethylene propylene diene monomer)	0,250
Gasfilling(11)	0,02201
Neprůvětrávaná vzduchová mezera Eps=0,3	0,02201
Polyethylenová pena	0,050
Polysulfide (1)	0,400
Polytermid	0,170
Silica gel (desiccant) (1)	0,130
Soda lime glass	1,000
Unventilated air cavity, Eps=0,9	0,02201

Name	q [W/m ²]	θ_f [°C]	h [W/(m ² .K)]
Exterior, normal	-13,000	25,000	
Interior, frame, normal	20,900	7,69231	
Interior, frame, reduced	20,900	5,000	
Symmetry/Model section	0,000		

Fasádní systém Schueco FW 60+

- Dvojsklo 5.5.2 - 16 - 10
- Hloubka založení dvojskla 14 mm



Fasádní systém Schueco FW 60+

Name	λ [W/(m.K)]
Aluminium (Si alloys)	160,000
Butyl (isobutene), solid / hot melt	0,240
EPDM (ethylene propylene diene monomer)	0,250
Gasfilling(1)	0,02228
Gasfilling(12)	0,02228
Neprůvětrávaná vzduchová mezera Eps=0,3	0,02228
Nerezová folie	17,000
PE provazec	0,044
Polysulfide (1)	0,400
Polytermid	0,170
Silica gel (desiccant) (1)	0,130
Soda lime glass	1,000
Swisspacer laminat	0,190
Unventilated air cavity, Eps=0,9	0,02228
ŠROUB	0,294

Name	q [W/m ²]	θ_f [°C]	h [W/(m ² .K)]
Exterior, normal	-13,000	25,000	
Interior, frame, normal	20,900	7,69231	
Interior, frame, reduced	20,900	5,000	
Symmetry/Model section	0,000		

Obr. 2.33 Výpočet v programu pro 2D výpočty teplotního pole Flixo 5 [30]

Součinitel prostupu tepla U_w dle ČSN EN ISO 10077-1 se využívá k výpočtu pro celé okno nebo také okenní sestavu. Hodnotu součinitele prostupu tepla získáme ze vztahu:

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \psi_g}{\sum A_g + \sum A_f} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (9)$$

Při kombinaci zasklené a neprůhledné výplně se hodnota U_w spočítá s pomocí dílčích parametrů ze vztahu:

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_p \cdot U_p + \sum A_f \cdot U_f + \sum l_g \cdot \psi_g + \sum l_p \cdot \psi_p}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_f} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (10)$$

Součinitel prostupu tepla U_{cw} dle ČSN EN 13947 se využívá k výpočtu lehkého obvodového pláště. Před výpočtem je nutné zvolit charakterizující výsek fasády, který obsahoval všechny použité prvky. Jsou dvě metody výpočtu metoda celkového hodnocení a metoda hodnocení po částech, které směřují ke stejnému výsledku. Metodou celkového hodnocení lze počítat všechny typy lehkých obvodových plášťů. Metodou hodnocení po částech lze hodnotit jenom modulové, rastrové systémy a systému suchého zasklívání. Pro výpočet strukturálně lepených zasklení, dvojité nebo provětrávané fasády a zasklení s protmelenou spárkou, není vhodná. [8]

Výpočet metodou celkového hodnocení za použití součinitele prostupu tepla tepelné vazby U_{TJ} se stanoví ze vztahu:

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum A_{TJ} \cdot U_{TJ}}{\sum A_g + \sum A_p + \sum A_{TJ}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (11)$$

kde

A_g , A_p , A_{TJ} - plochy zasklení neprůhledných panelů a tepelných vazeb, dohromady tvořící jednotlivé plochy plochu výseku fasády. [8]

Výpočet metodou celkového hodnocení za použití lineárního činitele prostupu tepla tepelné vazby Ψ_{TJ} se stanoví ze vztahu:

$$U_{cw} = \frac{\sum A_g^* \cdot U_g + \sum A_p^* \cdot U_p + \sum l_{TJ} \cdot \psi_{TJ}}{\sum A_{cw}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (12)$$

kde

A_{cw} - celková plocha výseku LOP, stanoví se sumou všech dílčích ploch A_g^* a A_p^* ;

l_{TJ} - charakterizuje délku tepelné vazby;

Ψ_{TJ} - lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby. [8]

Výpočet metodou hodnocení po částech se stanoví ze vztahu:

$$U_{CWW} = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_p \cdot U_p + \sum A_f \cdot U_f + \sum A_m \cdot U_m + \sum A_t \cdot U_t}{A_{CW}} + \frac{\sum l_{f,g} \cdot \psi_{f,g} + \sum l_{m,g} \cdot \psi_{m,g} + \sum l_{t,g} \cdot \psi_{t,g} + \sum l_p \cdot \psi_p + \sum l_{m,f} \cdot \psi_{m,f} + \sum l_{t,f} \cdot \psi_{t,f}}{A_{CW}} \quad [\text{W/m}^2\text{K}] \quad (13)$$

kde

U_g, U_p - součinitele prostupu tepla zasklení a panelů;

U_f, U_m, U_t - součinitele prostupu tepla okenních rámců, sloupků, příčníků;

$\Psi_{f,g}, \Psi_{m,g}, \Psi_{t,g}, \Psi_p$ - lineární činitele prostupu tepla způsobené vlivem kombinovaných tepelných efektů v místě spojení zasklení či panelů a okenních rámců, sloupků, příčníků;

$\Psi_{m,f}, \Psi_{t,f}$ - lineární činitele prostupu tepla způsobené vlivem kombinovaných tepelných efektů v místě okenních rámců a sloupků a příčníků. [8]

Plocha LOP se vypočte z rovnice:

$$A_{CW} = A_g + A_p + A_f + A_m + A_t \quad [\text{m}^2] \quad (14)$$

kde

A_{cw} - plocha charakteristického výseku LOP;

A - celková plocha zasklení;

A_p - celková plocha panelů;

A_f - celková plocha okenních rámců;

A_m - celková plocha sloupků;

A_t - celková plocha příčníků. [8]

Požadované a doporučené hodnoty pro výpočet **lineárního činitele prostupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi** nalezneme v ČSN 73 0540-2. Za správně navržený připojovací detail odpovídající daným požadavkům zodpovídá projektant.

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla $\Psi_{k,N}$ [W/m.K]	
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním ostění a v nadpraží	0,10	0,03
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,30	0,10

Obr. 2.34 Doporučené a požadované hodnoty lineárního činitele protupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi dle ČSN 73 0540-2 [30]

Lineární činitel prostupu tepla tepelných vazeb Ψ není přesně specifikován. Je výhodné vycházet z rozměrů stavebních prvků, které vstupují do výpočtů tepelných ztrát objektu. Při výpočet lineárního činitele prostupu tepla tepelné vazby postupujeme následujícím způsobem:

- charakterizujeme tepelnou propustnost L_1 okenního profilu s dvojsklem a distančním rámečkem;
- charakterizujeme propustnost L_2 celého detailu připojení okna na obvodovou konstrukci;

$$L = \frac{\phi}{\theta_i + \theta_e} \quad [\text{W/m.K}] \quad (15)$$

kde

θ_i a θ_e - teploty vnitřního a vnějšího prostředí.

- charakterizujeme hodnotu Ψ_k připojovací spáry dle vztahu:

$$\psi_k = (L_2 - L_1) - b_s \cdot U_s \quad [\text{W/m.K}] \quad (16)$$

kde

U_s - součinitel prostupu tepla stěny v $\text{W/m}^2\text{K}$;

b_s - šířka stěny v m. [8]

3. PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Obecná charakteristika stavebního objektu

Projekt vypracovala architektonická a projekční kancelář DIMENSE v.o.s. Jedná se o novostavbu rodinného domu s umístěním v obci Ochoz u Brna. Rodinný dům je přízemní nepodsklepený se sedlovou střechou. Za objektem je kryté stání na automobil řešené jako lehká konstrukce s extenzivní plochou střechou.

Střecha je tvořená příhradovými vazníky, pokryta krytinou TONDACH, STODO 12. Svislé nosné konstrukce tvoří obvodové zdivo HELUZ PLUS 30 a 20 broušená se zděním na celoplošné lepidlo s tepelnou izolací EPS tl.150 mm a v místě dřevěného obložení je minerální vata tl.120 mm. Sokl je zateplen XPS tl.120 mm. Příčky jsou navrženy z keramických tvarovek HELUZ 8 a 14 broušená na celoplošné lepidlo. Strop nad přízemím je ŽB monolitický tl.200 mm, v podkroví je použit sádkokarton s minimální požární odolností 15 min. Překlady jsou HELUZ a železobetonové. Schodiště je železobetonové, dvouramenné s mezipodestou.



Obr. 3.1 Vizualizace a půdorysy vzorového projektu [32]

3.2 Návrh variant řešení a analýza nákladů

Vzhledem k rozmanitosti využití hliníkových konstrukcí ve stavebních objektech se zaměřuji pouze na obvodový plášť stavby. Konstrukci fasády řeším na konkrétním stavebním objektu rezidenčního typu. Z tohoto důvodu je plášť navržen jako odvětrávaná fasáda s hliníkovou podkonstrukcí, tepelnou izolací, difúzní fólií a jednotlivými zástupci obkladových materiálů. Zvolený obkladový materiál má zásadní vliv na hustotu rastru a množství jednotlivých komponentů hliníkové podkonstrukce.

V prvním kroku jsem navrhla jednotlivé obkladové materiály a rozkreslila rastry fasád s typickými detaily, aby je následně bylo možno analyzovat z hlediska nákladů. Z těchto celkových nákladů jsem stanovila orientační rozpočtové ukazatele. Výslední ukazatele jsou orientační z důvodu jedinečnosti každé stavby a složitosti jednotlivých detailů kolem oken, dveří, parapetů, atik atd. Rozpočtové ukazatele můžou například sloužit ve fázi plánování ke stanovení prvotního rozpočtu.

3.2.1 Materiálové řešení jednotlivých variant

Podkonstrukce je vyřešena pomocí systému Iltegro - Vario v závislosti na obkladovém materiálu. Výrobce cementovláknitých desek je vybrán Equitone (dříve Eternit), Fundermax kompaktních desek, kompozitních desky jsou od společnosti Alubond a z přírodních materiálů jsou zvoleny keramické desky Teracota. Tepelná izolace je navržena z minerální vlny od společnosti Knauf Insulation. Pro zajištění funkčnosti a životnosti fasády je na vnější straně izolace navržena difúzně otevřená kontaktní fólie. Jedná se o fólii Knauf Insolution ve třech vrstvách na bázi polypropylenu s integrovanými lepicími pásky pro slepení vzájemných přesahů.

V následujících kapitolách se podrobněji věnuji variantním změnám odvětrávaného obvodového pláště. Mou snahou je popsat jednotlivé varianty a přiblížit systémové řešení fasády s potřebnými komponenty.

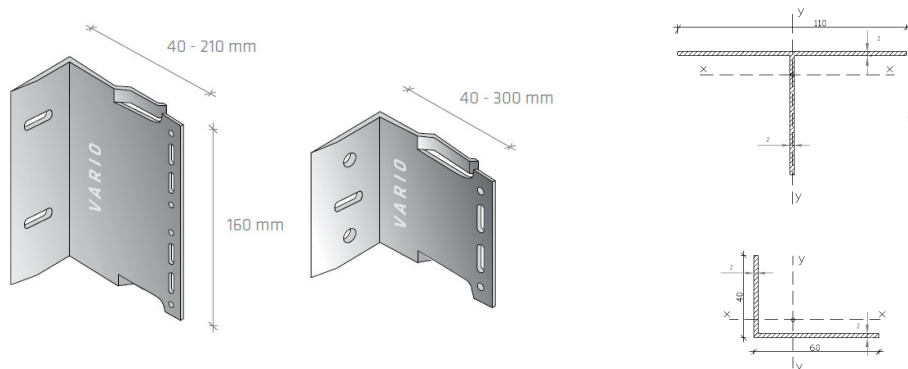
3.2.2 Základní pojmy spojené s provětráním pláštěm

Tato podkapitola je věnovaná základním pojmům týkající se odvětrávané fasádní konstrukce. Z důvodu vysvětlení jednotlivých pojmů a možnosti výskytu v následujícím textu.

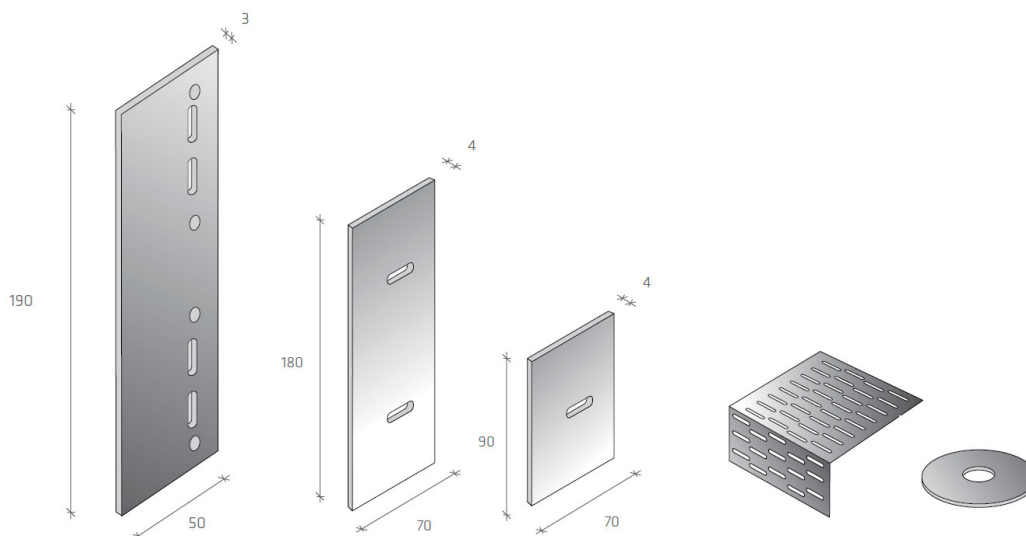
- **Úhlový držák** – hliníkový nosný prvek tvaru „L“ upevněný k podkladní stěně objektu slouží k uchycení profilů L a T.
- **Profily „L“ a „T“** – účel hliníkových profilů je podpora a vytvoření plochy k uchycení obkladového materiálu.
- **Rohový profil** – hliníkový profil používaný jako podpora vnitřních i vnějších rohů fasády.
- **Podkonstrukce** – hliníkový nosný rám skládaný z jednotlivých profilů a úhlových držáků.
- **Perforovaný profil** – profil s otvory umožňuje proudění vzduchu a zároveň zabraňuje vniknutí hmyzu, ptáků do vzduchové mezery fasády.
- **Kotva** – tento prvek slouží k uchycení podkonstrukce fasády k podkladní konstrukci (stěně).
- **Podkladní konstrukce** – stávající konstrukce (cihla, beton, dřevo), ke které se pomocí kotev upevňuje hliníková podkonstrukce.
- **Spojovací prvek (materiál)** – komponent spojující určité součásti k sobě například šroub, kotva, nýt atd.
- **Pevný bod** – zajišťuje nepohyblivé spojení materiálů.
- **Kluzný bod** – zajišťuje pohyblivé spojení materiálů při smršťování a rozpínání.
- **Izolace** – slouží ke snížení tepelných ztrát, upevňuje se k podkladní konstrukci.
- **Difúzní fólie** – je vodotěsná ale paropropustná, to znamená, že zabraňuje průchodu kapalin ale propouští vodní páru a vzduch.
- **Vzduchová mezera** – prostor mezi podkladní konstrukcí a obkladovým materiálem sloužící k proudění vzduchu fasádou.

3.2.3 Provětrávaný plášť s deskami Equitone

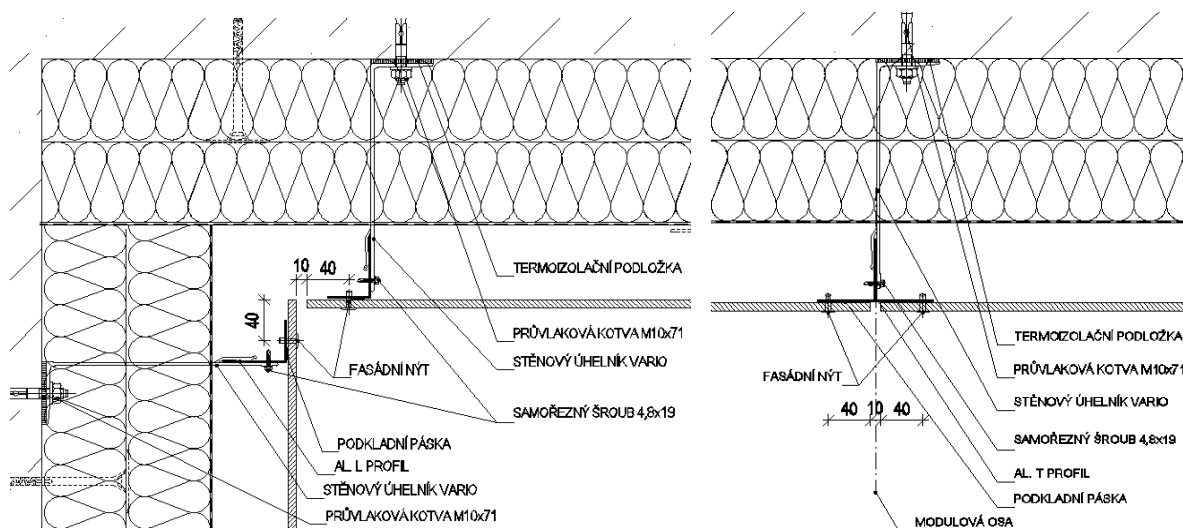
Fasádní desky Equitone jsou upevněny na vertikální hliníkové profily tvaru L a T, které jsou v určité vzdálenosti od konstrukce v závislosti na požadované tloušťce tepelné izolace a vzduchové mezeře. V mém případě je tloušťka izolace navržena 140 mm a 50 mm vzduchová mezera. Hliníkové profily jsou uchyceny k objektu pomocí stavitelných hliníkových držáků. Vzdálenost mezi držáky je řešena s ohledem na působící zatížení konstrukce zavěšeného obkladového materiálu, rastraci vertikálních profilů a nepochybně působení povětrnostních vlivů například větr.



Obr. 3.2 Hliníkové držáky a profily [33]

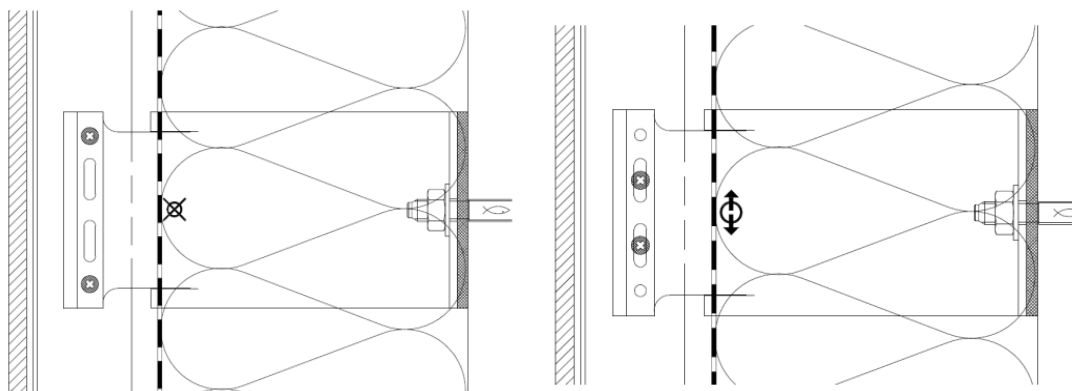


Obr. 3.3 Příslušenství (spojovací profil, termoizolační podložky, mřížka, nerezová podložka) [33]



Obr. 3.4 Detaily s profily tvaru L a T [vlastní zpracování]

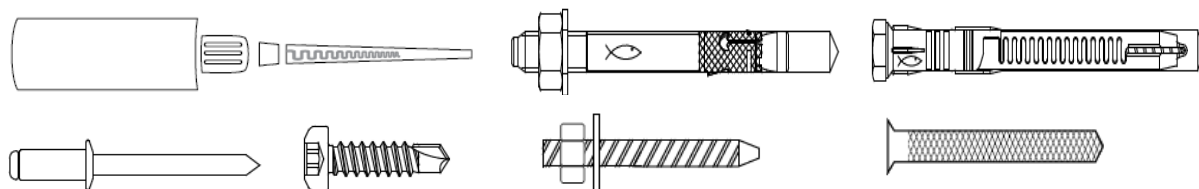
Vzhledem k vysokému teplotnímu koeficientu roztažnosti hliníku, musí být hliníkové profily namontovány tak, aby měly možnost pohybu. To je dosaženo pomocí pevných a kluzných bodů na držáku.



Obr. 3.5 Pevné a kluzné uchycení držáků [vlastní zpracování]

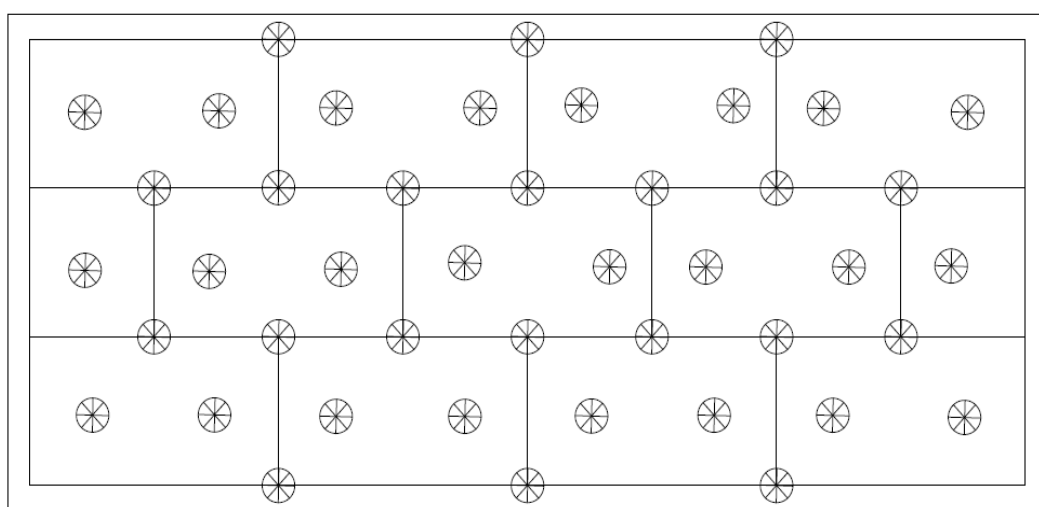
Pro uchycení držáků do cihel se obvykle používá šroub z pozinkované oceli (min. 7 mm v průměru) s šestihrannou hlavou a nylonovou hmoždinkou. Je možné použít i nerezové šrouby, ale z hlediska nákladů je to dražší varianta. Šrouby s šestihrannou hlavou by se neměly dotahovat příliš pevně, aby nedošlo k poškození nylonové hmoždinky.

Nosná konstrukce musí být navržena tak, aby byla schopna odolávat síle větru působící na budovu a zatížení vlastní vahou. Výpočet zatížení větrem je vyhodnocováno podle národních standardů. Obecně platí, že minimální hodnota na upevňovací bod je 3 kN (300kg). Tato skutečnost se však vždy ověřuje statikem.

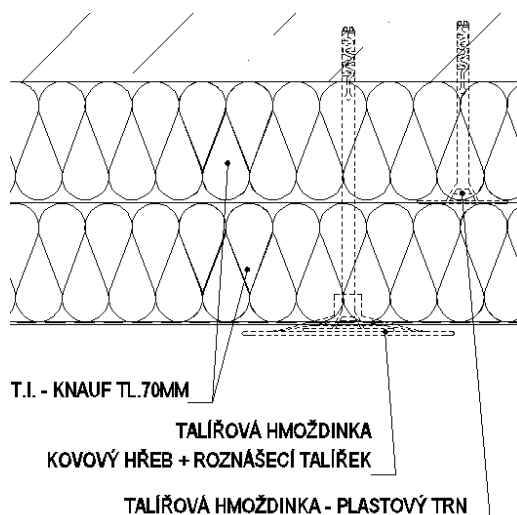


Obr. 3.6 Kotvící a spojovací technika (kotvy, nýty, samořezný šroub, závitová tyč) [33]

Minerální izolace se upevňuje po montáži držáků a před montáží podpůrných profilů. Pro snížení rizika vzniku tepelného mostu se doporučuje vytvoření dvou vrstev. Tak aby horní vrstva izolace překryla spáry spodní vrstvy. Z tohoto důvodu je navržena izolace o tloušťce 70 mm ($2 \times 70 \text{ mm} = 140 \text{ mm}$). Izolace se připevňuje dle instrukcí výrobce, např. s pěti kotevními trny na metr čtvereční. V místě požárních úniků a v určité výšce se místo plastových trnů používají trny kovové. Vnější strana izolace je následně chráněna difúzně otevřenou kontaktní fólií s lepicími pásky pro slepení vzniklých přesahů.



Obr. 3.7 Kotvení minerální izolace [vlastní zpracování]



Obr. 3.8 Detail kotvení minerální izolace [vlastní zpracování]

Equitone dříve pod obchodním názvem Eternit jsou vláknocementové probarvené fasádní desky. Cementový materiál neboli vláknocement se skládá z cementu, celulózy a minerálních materiálů.

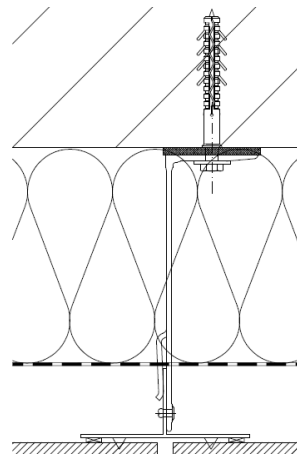
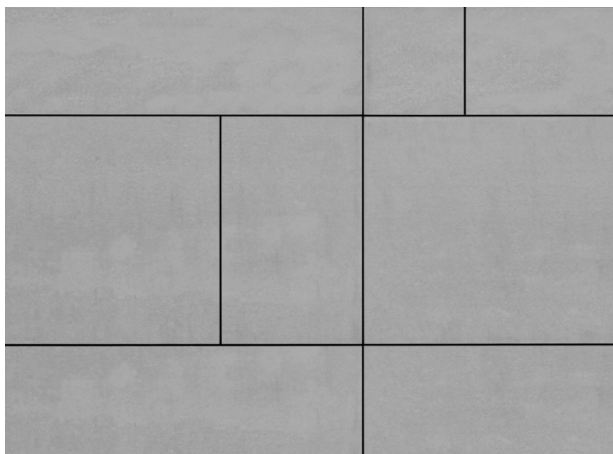
Konkrétně jsou navrženy základní desky Equitone natura tloušťky 8 mm. Tyto desky jsou k dispozici v upravených (2500 x 1280 mm, 3100 x 1250 mm) nebo neupravených (2530 x 1280 mm, 3130 x 1280 mm) formátech. Což znamená, že desky přímo vyjmuté z výrobní linky, nemají upravené (oříznuté) okraje. Všechny řezné plochy je nutné opatřit impregnací. Materiál lze s potřebným řezacím zařízením dodatečně upravovat na stavbě na požadovanou velikost či tvar.



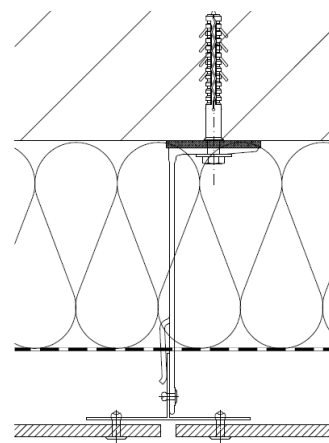
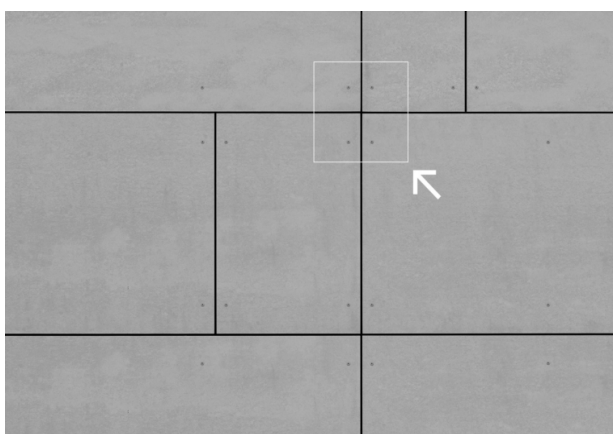
Obr. 3.9 Přídavek cca ± 15 mm k zajištění pravoúhlosti [34]

Základní způsoby kotvení do podkonstrukce jsou viditelné (pomocí nýtů) nebo skryté (lepené). U varianty uchycení nýty, je nutno řešit s pevnými a klznými body z důvodu možnosti rozpínání desek. Další možností viditelného uchycení je pomocí úchytek, tato

možnost se spíše využívá u přírodních materiálů (keramika, kámen). V mém případě je navržená nejvyužívanější varianta uchycení nýty.



Obr. 3.10 Skryté uchycení desek [34, vlastní zpracování]



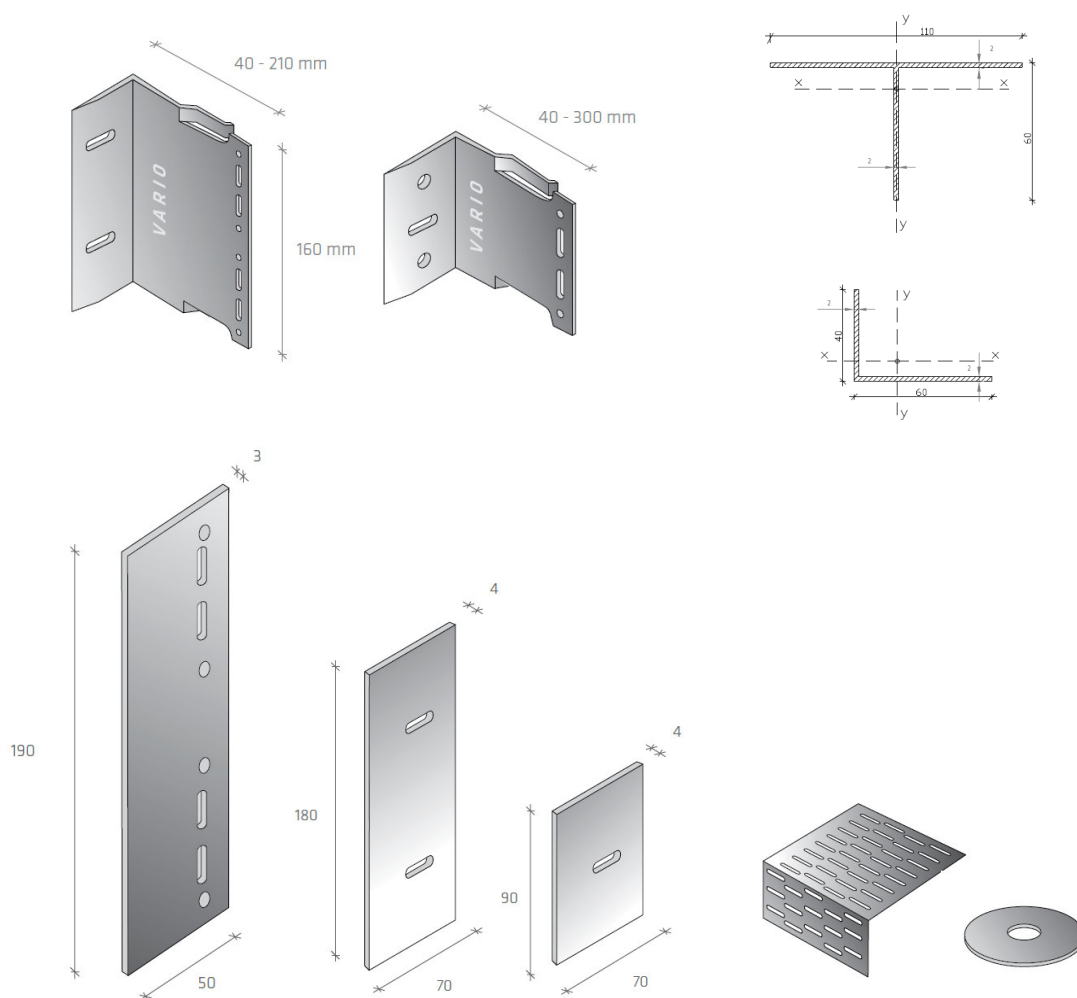
Obr. 3.11 Viditelné uchycení desek [34, vlastní zpracování]

Výhody a přednosti fasádních desek Equitone (natura):

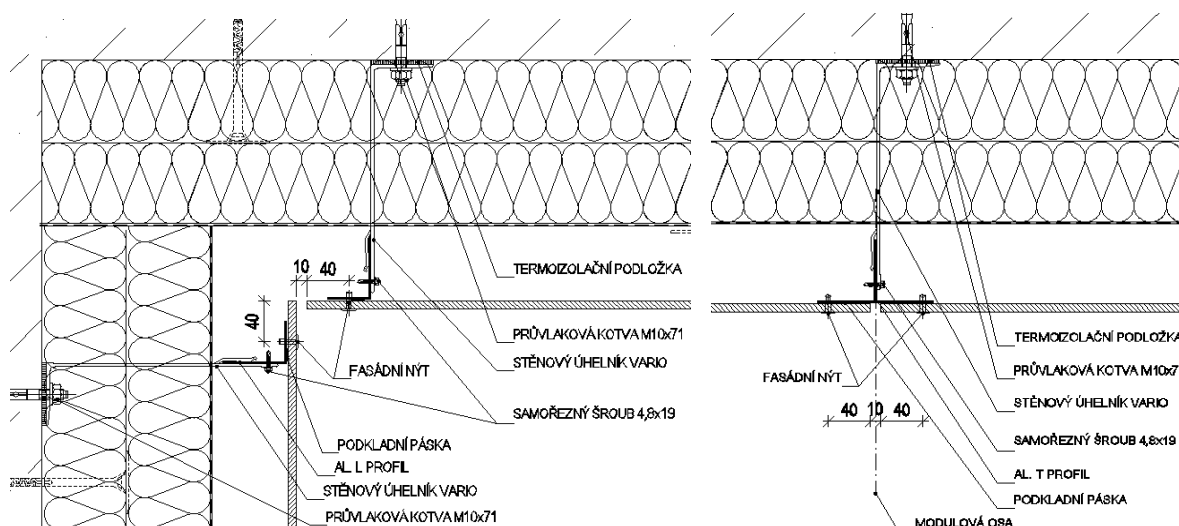
- ✓ Do směsi probarvený vláknocement
- ✓ Vysoká odolnost proti poškrábání
- ✓ Nízká hmotnost materiálu
- ✓ Životnost přesahující 50 let

3.2.4 Provětrávaný plášť s deskami Fundermax

Podkonstrukce je sestavena z vertikálních hliníkových profilů tvaru L a T, které jsou v určité vzdálenosti od konstrukce v závislosti na zvolené tloušťce izolace a vzduchové mezeře. Tloušťka izolace je navržena 140 mm a vzduchová mezera 50 mm. Profily L a T jsou uchyceny k objektu pomocí stavitelných hliníkových držáků. Vzdálenost mezi držáky ovlivňuje působící zatížení konstrukce zavěšeného obkladového materiálu, rastrace vertikálních profilů a nepochybně působení povětrnostních vlivů (vítr).

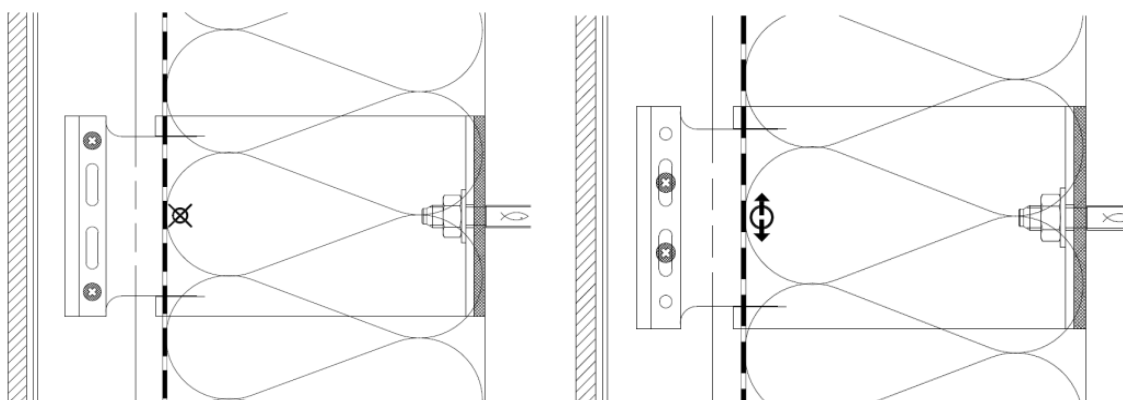


Obr. 3.12 Hliníkové držáky, profily a příslušenství [33]



Obr. 3.13 Detaily s profily tvaru L a T [vlastní zpracování]

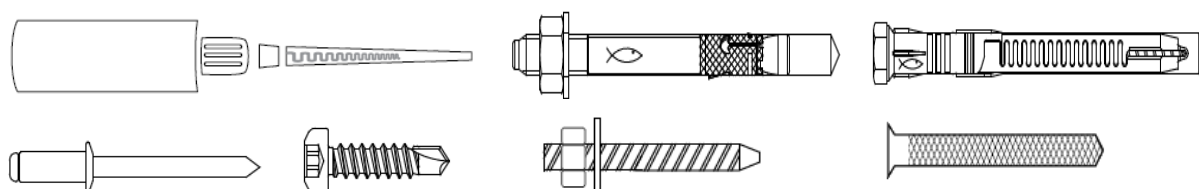
Z důvodu vysokého teplotního koeficientu roztažnosti hliníku, musí být hliníkové profily namontovány tak, aby měly možnost pohybu. To je docíleno pomocí pevných a kluzných bodů na držáku zobrazených na obrázku.



Obr. 3.14 Pevné a kluzné uchycení držáků [vlastní zpracování]

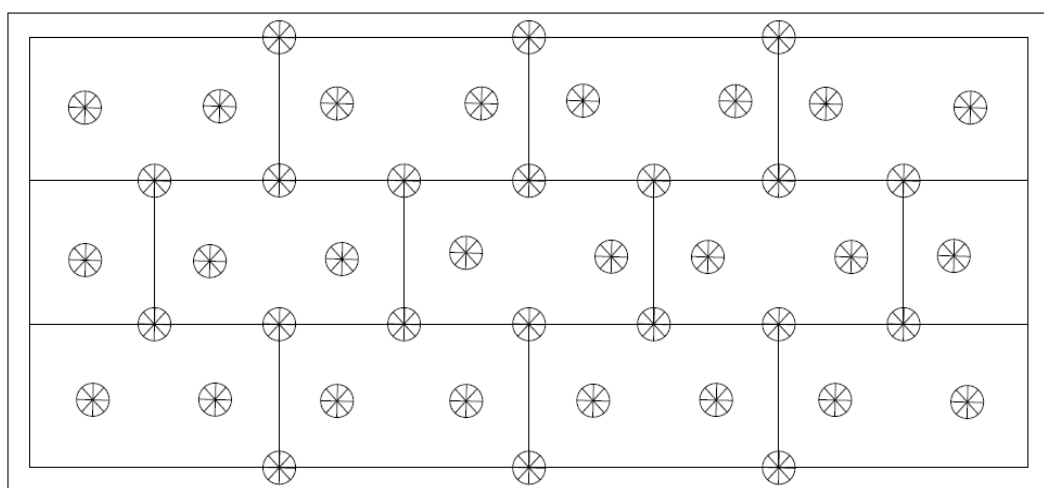
Při uchycení držáků do cihelné podkladní konstrukce se běžně používá šroub z pozinkované oceli (min. 7 mm v průměru) s šestihrannou hlavou a nylonovou hmoždinkou. Je možné použít i nerezové šrouby, ale z hlediska nákladů jsou výrazně dražší variantou. Šrouby s šestihrannou hlavou by se neměly dotahovat příliš pevně, aby nedošlo k poškození nylonové hmoždinky.

Nosná konstrukce musí být navržena tak, aby byla schopna odolávat síle větru působící na budovu a zatížení vlastní vahou. Výpočet zatížení větrem musí být provedeno podle národních standardů. Obecně platí, že minimální hodnota na upevňovací bod je 3 kN (300kg). To však musí být vždy ověřeno statikem.

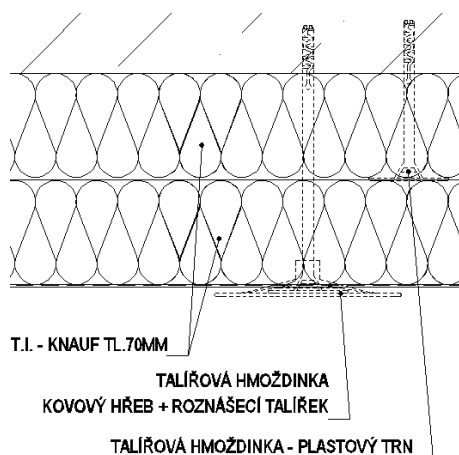


Obr. 3.15 Kotvící a spojovací technika (kotvy, nýt, samořezný šroub, závitová tyč) [33]

Minerální izolace se upevňuje po montáži držáků a před montáží průběžných profilů. Pro snížení rizika vzniku tepelného mostu se doporučuje vytvoření dvou vrstev. Kde horní vrstva izolace překryje spáry spodní vrstvy. Proto je navržena izolace o tloušťce 70 mm ($2 \times 70 \text{ mm} = 140 \text{ mm}$). Izolace se připevňuje dle instrukcí výrobce, např. s pěti kotevními trny na metr čtvereční. V místě požárních úniků a v určité výšce se místo plastových trnů používají trny kovové. Vnější strana izolace je následně chráněna difúzně otevřenou kontaktní fólií s lepicími pásky pro slepení vzniklých přesahů.



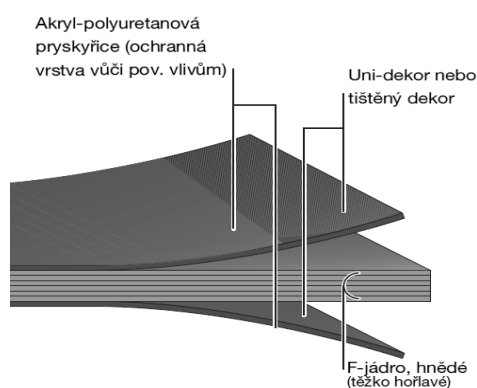
Obr. 3.16 Kotvení minerální izolace [vlastní zpracování]



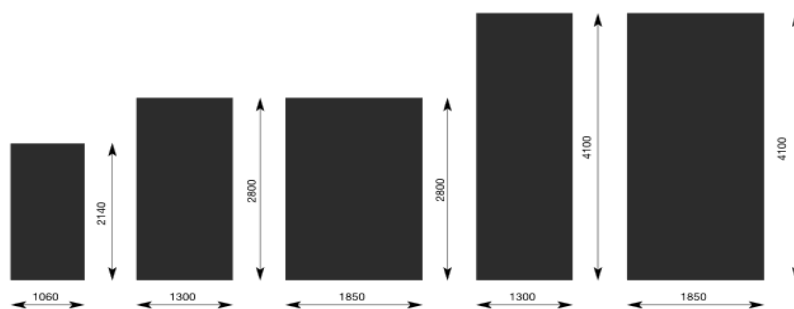
Obr. 3.17 Detail kotvení minerální izolace [vlastní zpracování]

Společnost FunderMax vyrábí fasádní desky Max Exterior, které jsou duromery vysokotlakého laminátu (HPL). Desky se vyrábí v lisech za působení vysokého tlaku a teploty. Typ EDF má ochrannou vrstvu z dvojité vytvrzené akrylpolyuretanové pryskyřice proti povětrnostním vlivům.

Fasádní desky jsou navrženy v tloušťce 8 mm a v maximálním vyráběném rozměru 1 850 mm x 4 100 mm. Navázání desek musí být řešeno ve stejném směru. Max Exterior desky mohou vykazovat rovinné odchylky, které se vyrovnávají s pomocí podkonstrukce. Dále při návrhu, zpracování i montáži je nutno brát v potaz změny rozměrů desek v důsledku změn relativní vlhkosti vzduchu. Z tohoto důvodu musí mít desky dostatečný prostor při rozpínání.

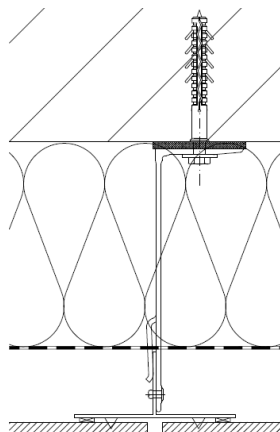
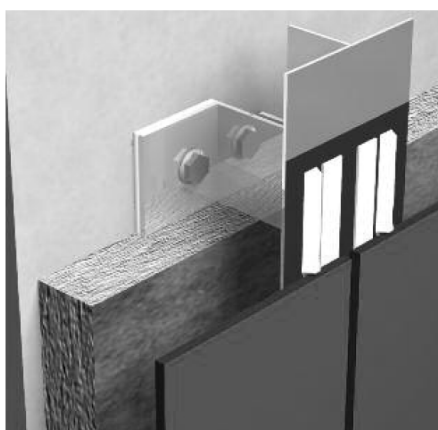


Obr. 3.18 Skladba desky Max Exterior [35]

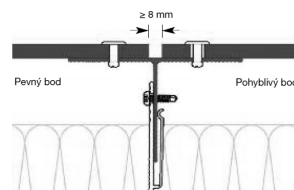
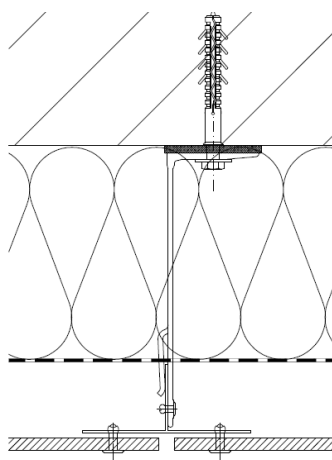
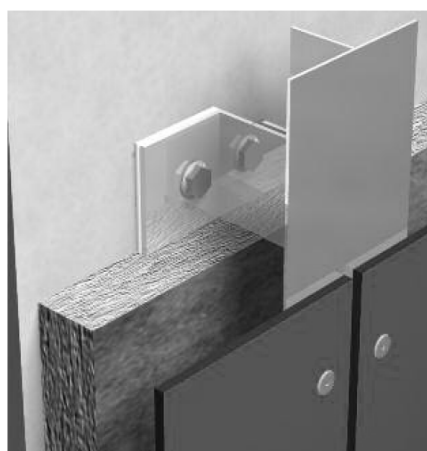


Obr. 3.19 Standardní formáty desek Max Exterior [35]

Způsoby kotvení desek k podkonstrukci je stejné jako u předchozí varianty viditelné nebo skryté s pomocí nýtů nebo lepení. Další možnost viditelného uchycení je pomocí úchytek, ale tento způsob uchycení se spíše preferuje u keramického a kamenného obkladu. V mém případě je navržena varianta uchycení nýty.



Obr. 3.20 Skryté uchycení desek [35, vlastní zpracování]



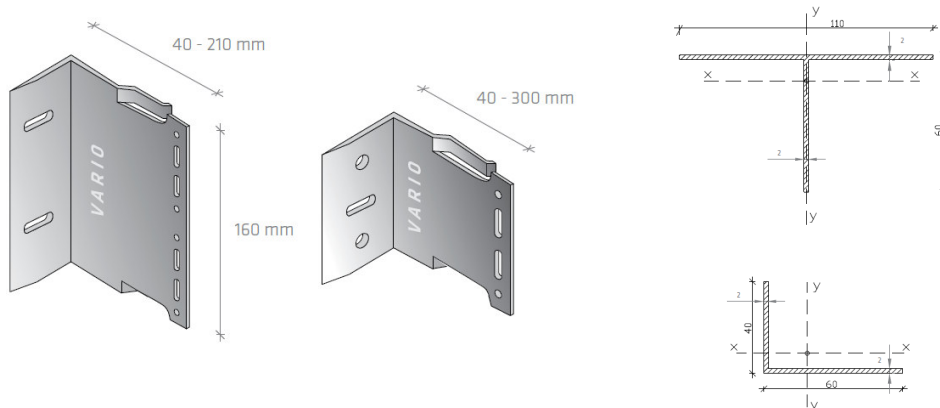
Obr. 3.21 Viditelné uchycení desek [35, vlastní zpracování]

Výhody a přednosti fasádních desek Max Exterior:

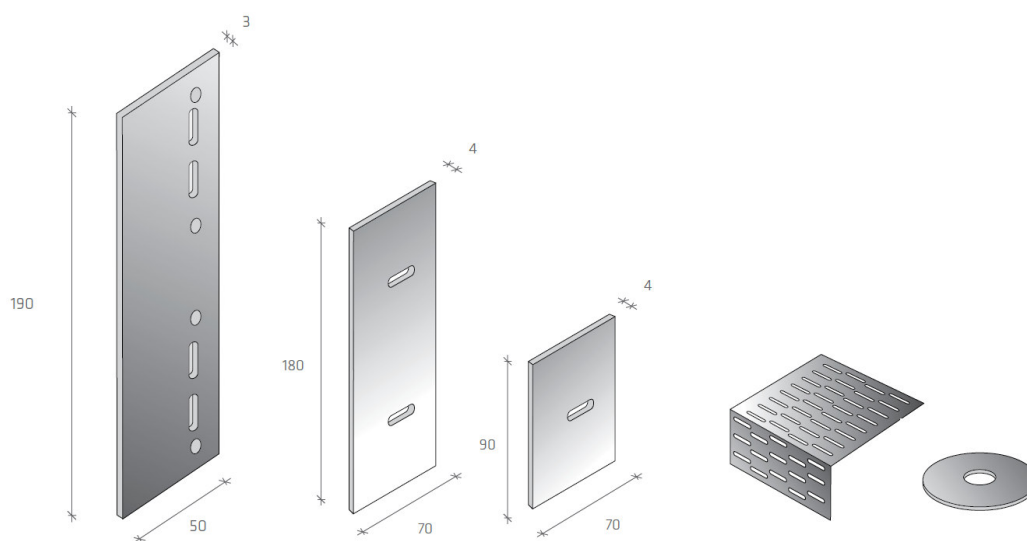
- ✓ Vynikající světlostálost
- ✓ Vysoká odolnost proti otěru a úderu
- ✓ Jednoduché odstranění graffiti
- ✓ Bez nutnosti impregnace hran
- ✓ Životnost přesahující 50 let

3.2.5 Provětrávaný plášť s deskami Alubond

Fasádní desky Alubond jsou uchyceny pomocí vertikálních hliníkových profilů tvaru L a T, které jsou v určité vzdálenosti od konstrukce v závislosti na požadované tloušťce izolace a vzduchové mezeře. Požadovaná tloušťka izolace je 140 mm a vzduchové mezery 50 mm. Hliníkové profily L a T jsou uchyceny k objektu pomocí stavitelných hliníkových držáků. Vzdálenost mezi držáky je navržena s ohledem na působící zatížení konstrukce zavěšeného obkladového materiálu, rastrací vertikálních profilů a nepochybně působení povětrnostních vlivů (vítr).

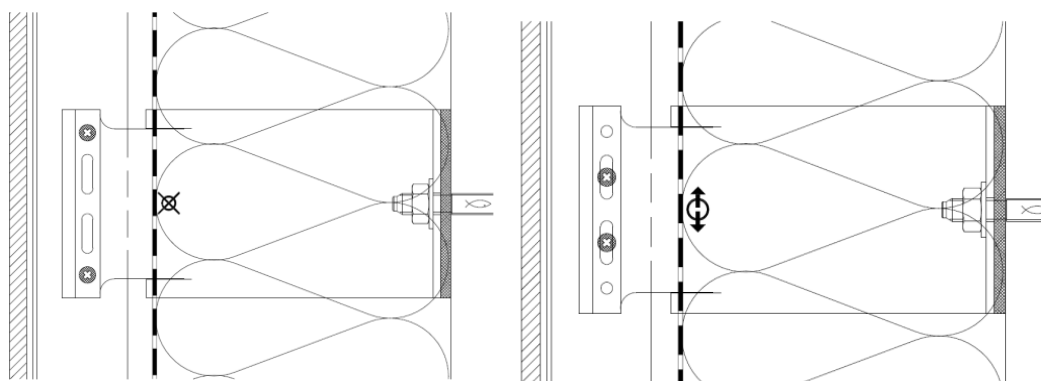


Obr. 3.22 Hliníkové držáky a profily [33]



Obr. 3.23 Příslušenství (spojovací profil, termoizolační podložky, mřížka, nerezová podložka) [33]

Vzhledem k vysokému teplotnímu koeficientu roztažnosti hliníku, musí být hliníkové profily namontovány tak, aby měly možnost pohybu. To je dosaženo pomocí pevných a kluzných bodů na držáku.

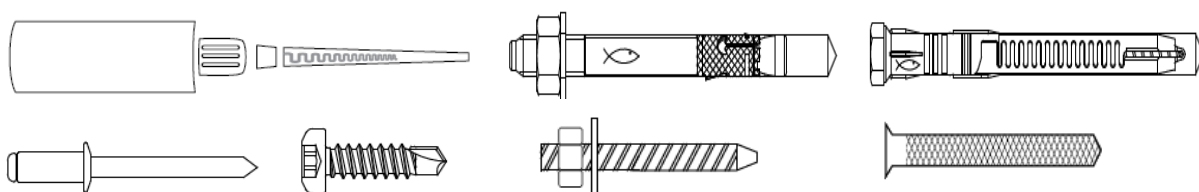


Obr. 3.24 Pevné a kluzné uchycení držáků [vlastní zpracování]

Pro uchycení držáků do cihel se používá šroub z pozinkované oceli (min. 7 mm v průměru) s šestihrannou hlavou a nylonovou hmoždinkou. Je možné použít i nerezové šrouby, ale z hlediska nákladů je to výrazně dražší varianta. Šrouby s šestihrannou

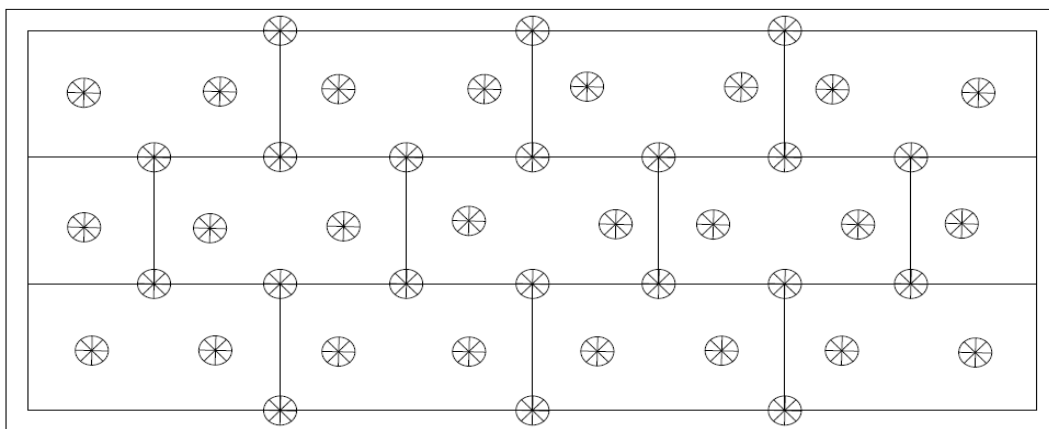
hlavou by se neměly dotahovat příliš pevně, aby nedošlo k poškození nylonové hmoždinky.

Nosná konstrukce musí být navržena tak, aby byla schopna odolávat síle větru působící na budovu a zatížení vlastní vahou. Výpočet zatížení větrem musí být provedeno podle národních standardů. Obecně platí, že minimální hodnota na upevňovací bod je 3 kN (300kg). To však musí být vždy ověřeny statikem.

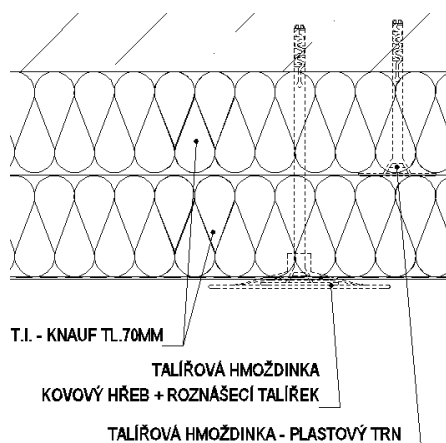


Obr. 3.25 Kotvící a spojovací technika (kotvy, nýt, samořezný šroub, závitová tyč) [33]

Minerální izolace se upevňuje po montáži držáků a před montáží průběžných profilů. Pro snížení rizika vzniku tepelného mostu se doporučuje vytvoření dvou vrstev. Kde horní vrstva izolace překryje spáry spodní vrstvy. Izolace je z tohoto důvodu navržena v tloušťce 70 mm ($2 \times 70 \text{ mm} = 140 \text{ mm}$). Minerální izolaci připevňujeme dle instrukcí výrobce, např. s pěti kotevními trny na metr čtvereční. V místě požárních úniků a v určité výšce se místo plastových trnů používají trny kovové. Vnější strana izolace je následně chráněna difúzně otevřenou kontaktní fólií s lepicími pásky pro slepení vzniklých přesahů.

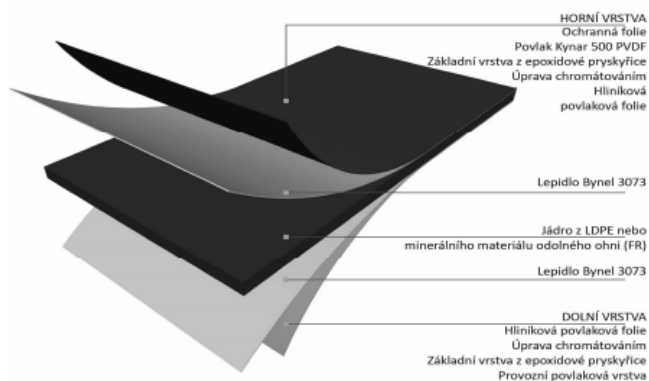


Obr. 3.26 Kotvení minerální izolace [vlastní zpracování]



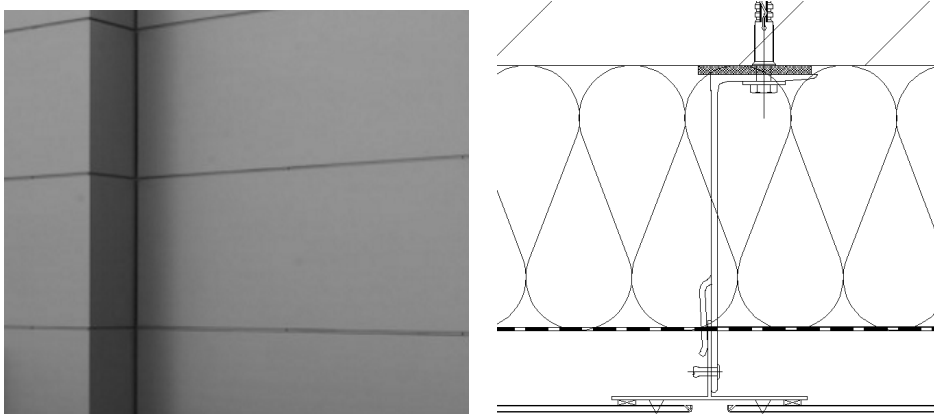
Obr. 3.27 Detail kotvení minerální izolace [vlastní zpracování]

Sendvičová deska Alubond se skládá ze tří vrstev, dvou hliníkových krycích hliníkových plechů a jádra (plastové). Tento kompozitní materiál je odolný proti nárazům a má vysokou pevnost v ohybu a vzpěru. Pevnost je určena pomocí krycích plechů. Z desek lze vytvořit různé druhy rovinných i ohýbaných prvků z důvodu snadného ohýbání, řezání a frézování. Tloušťka desek je 4 mm ve standardním rozměru 1250 (1000, 1500) x 3200 mm do maximální délky 6 m.

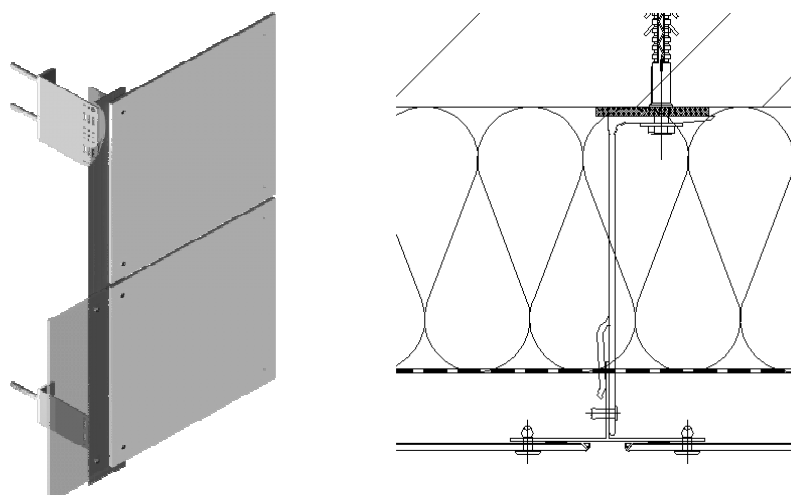


Obr. 3.28 Skladba desky Alubond [36]

Způsoby kotvení desek k podkonstrukci je stejné jako u předchozích variant viditelné nebo skryté. Viditelné se upevňuje pomocí nýtů a skryté se lepí například s pomocí systému SikaTack Panel. Uchycení úchytkami se spíše preferuje u přírodních materiálů například keramika. V mém případě je zvolená varianta uchycení nýty.



Obr. 3.29 Skryté uchycení desek [37, vlastní zpracování]



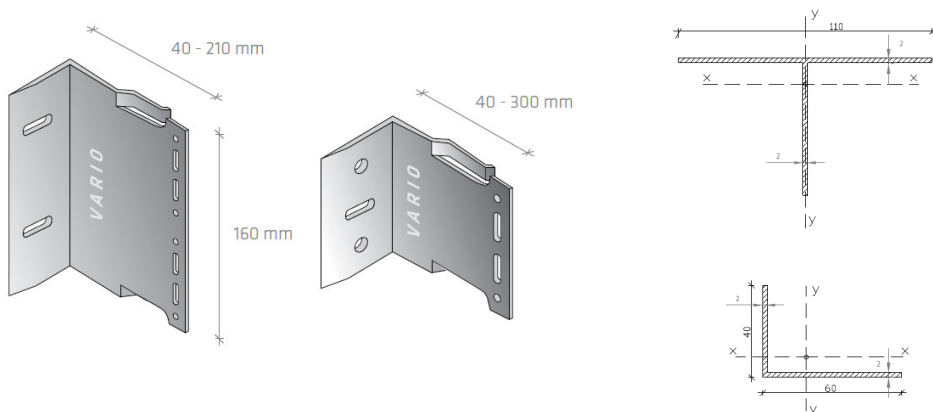
Obr. 3.30 Viditelné uchycení desek [37, vlastní zpracování]

Výhody a přednosti fasádních desek Alubond:

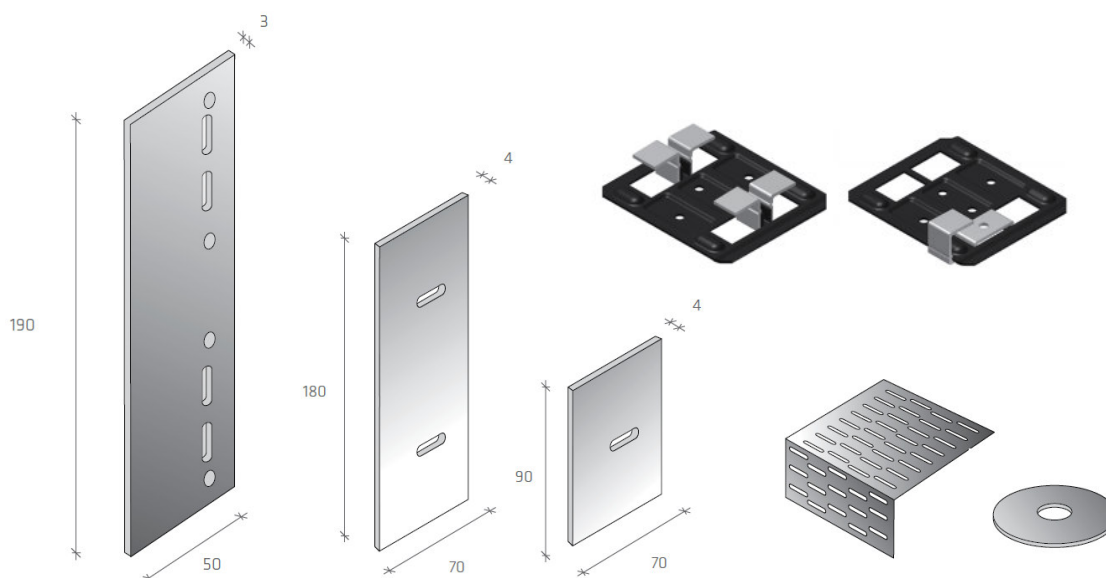
- ✓ Nízká hmotnost
- ✓ Vysoká tuhost a rovinnost
- ✓ Vysoké hodnoty akustického útlumu (až 25 dB)
- ✓ Snadné strojní opracování – vytváření složitých designových řešení
- ✓ Životnost přesahující 50 let

3.2.6 Provětrávaný plášť s keramickým obkladem

Podkonstrukce je navržena z vertikálních hliníkových profilů tvaru L a T, které jsou v určité vzdálenosti od konstrukce v závislosti na požadované tloušťce izolace (140 mm) a vzduchové mezeře (50 mm). Hliníkové profily jsou uchyceny k objektu pomocí stavitelných hliníkových držáků. Vzdálenost mezi držáky je navržena s ohledem na působící zatížení konstrukce zavěšeného obkladového materiálu, rastrací vertikálních profilů a nepochybně působení povětrnostních vlivů (vítr).

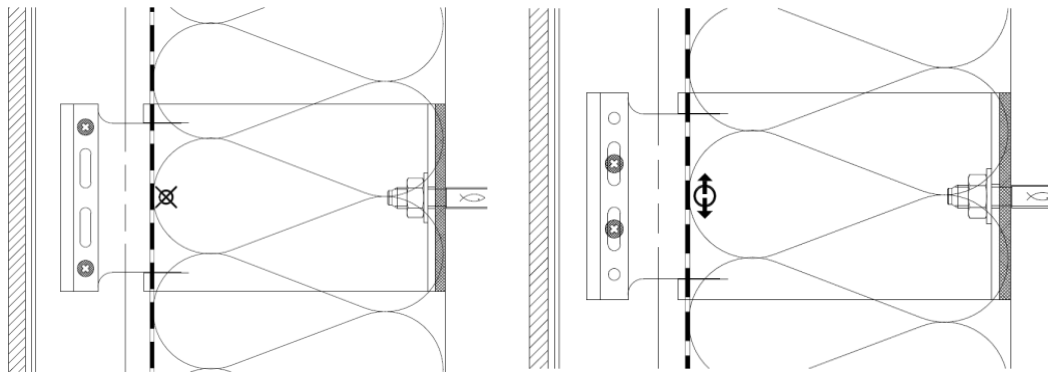


Obr. 3.31 Hliníkové držáky a profily L a T. [33]



Obr. 3.32 Příslušenství (úchytky, spojovací profil, termoizolační podložky, mřížka, nerezová podložka) [33]

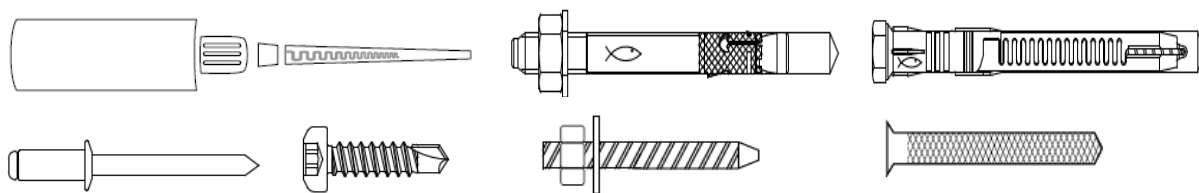
Vzhledem k vysokému teplotnímu koeficientu roztažnosti hliníku, musí být hliníkové profily namontovány tak, aby měly možnost pohybu. To je dosaženo pomocí pevných a kluzných bodů na držáku.



Obr. 3.33 Pevné a kluzné uchycení držáků [vlastní zpracování]

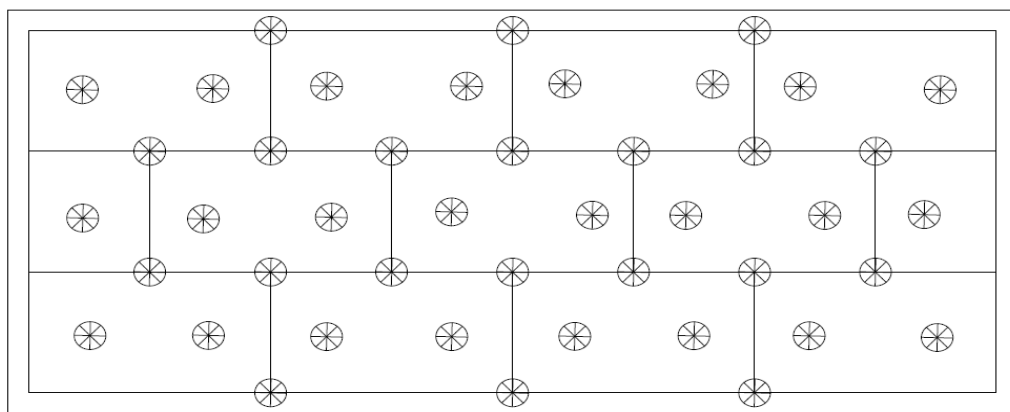
Pro uchycení do cihel se používá šroub z pozinkované oceli (min. 7 mm v průměru) s šestihrannou hlavou a nylonovou hmoždinkou. Je možné použít i nerezové šrouby, ale z hlediska nákladů je to výrazně dražší varianta. Šrouby s šestihrannou hlavou by se neměly dotahovat příliš pevně, aby nedošlo k poškození nylonové hmoždinky.

Nosná konstrukce musí být navržena tak, aby byla schopna odolávat síle větru působící na budovu a zatížení vlastní vahou. Výpočet zatížení větrem musí být provedeno podle národních standardů. Obecně platí, že minimální hodnota na upevňovací bod je 3 kN (300 kg). To však musí být vždy ověřeno statikem.

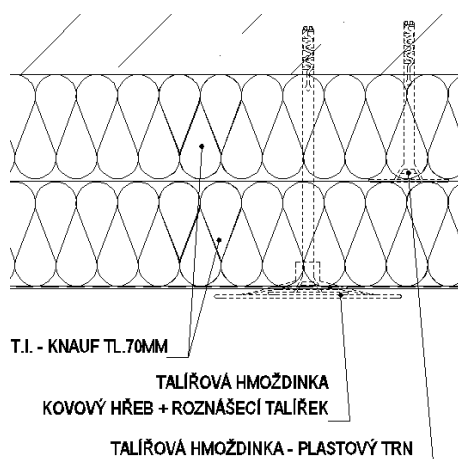


Obr. 3.34 Kotvící a spojovací technika (kotvy, nýt, samořezný šroub, závitová tyč) [33]

Minerální izolace se upevňuje po montáži držáků a před montáží průběžných profilů. Pro snížení rizika vzniku tepelného mostu se doporučuje vytvoření dvou vrstev. Kde horní vrstva izolace překryje spáry spodní vrstvy. Proto je navržena izolace o tloušťce 70 mm ($2 \times 70 \text{ mm} = 140 \text{ mm}$). Izolace se připevňuje dle instrukcí výrobce, např. s pěti kotevními trny na metr čtvereční. V místě požárních úniků a v určité výšce se místo plastových trnů používají trny kovové. Vnější strana izolace je následně chráněna difúzně otevřenou kontaktní fólií s lepicími pásky pro slepení vzniklých přesahů.



Obr. 3.35 Kotvení minerální izolace [vlastní zpracování]

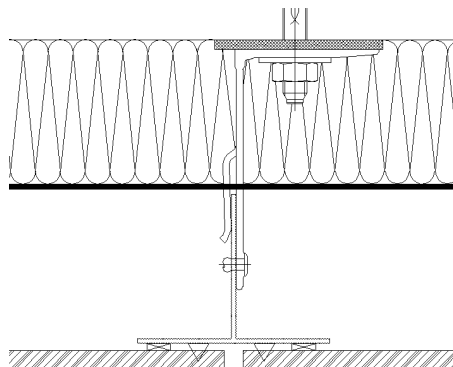


Obr. 3.36 Detail kotvení minerální izolace [vlastní zpracování]

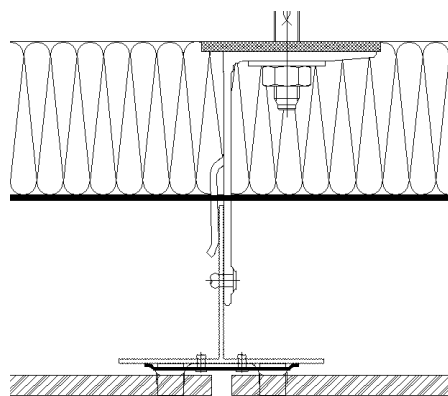
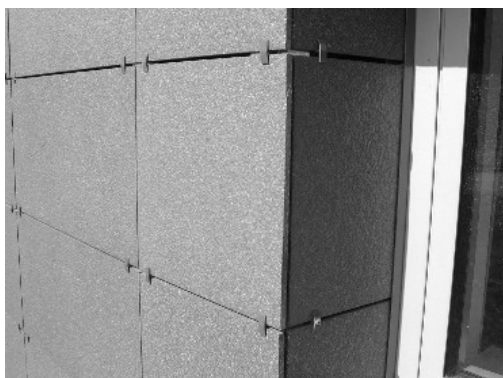
Keramický obklad Teracota je vyroben z přírodních surovin (živičným písků, drcené žuly a přírodních jílu). Směs surovin pro výrobu keramického obkladu je při obrovském tlaku a vysoké teplotě spojena a dotvarována. Keramický obklad splňuje vysoké požadavky z hlediska ekologie.

Standardní rozměry obkladu jsou (modulový rozměr / výrobní rozměr) 60 x 60 cm / 952 x 592 mm, 60x 90cm / 592 x 892 mm, 90 x 90 cm / 892 x 892 mm, jiné formáty lze řešit zakázkovou výrobou.

Způsoby kotvení desek k podkonstrukci je stejné jako u předchozí varianty viditelné nebo skryté s pomocí úchytek nebo lepení. Na vzorovém objektu je navržena varianta s úchytkami.



Obr. 3.37 Skryté uchycení desek [38, vlastní zpracování]



Obr. 3.38 Viditelné uchycení desek [38, vlastní zpracování]

Výhody a přednosti keramického obkladu:

- ✓ Ekologické řešení
- ✓ Přírodní materiál
- ✓ Barevná stálost
- ✓ Životnost přesahující 50 let

3.2.7 Faktory ovlivňující náklady provětrávaného pláště

V této podkapitole se budu věnovat faktorům ovlivňující náklady výše popsaných variant provětrávaných plášťů. Obecně se cena fasády skládá ze dvou položek, kterými jsou materiál a práce. Objektivně nelze náklady obvodových plášťů porovnat mezi sebou z důvodu mnoha proměnných faktorů, které se budu dále snažit přiblížit. Existují dva úhly pohledu, kterými lze na tuto problematiku nahlížet. Buďto jako tvůrce celé koncepce (architekt, investor), který ovlivňuje většinu zásadních vzniklých faktorů např. výběr materiálu, návrh rastru obvodového pláště a s tím i vzniklý prořez. Nebo technik (projektant), který již zadanou koncepci detailně rozpracovává a cenu může ovlivnit jen ve výběru konkrétního dodavatele (výrobce) navrženého materiálu.

Cena provětrávané pláště se obecně skládá ze dvou částí:

- **Materiál**

- zvolený obklad
- podkonstrukce
- tepelná a difúzní izolace
- montážní materiál

- **Práce**

- projektová dokumentace
- výroba
- montáž

V následujícím textu se budu snažit popsat zásadní faktory, které ovlivňuje architekt potažmo investor. Prvním faktorem je výběr obkladového materiálu a volba formátu, který má veliký vliv na rastr fasády a s tím spojený prořez. U obkladového materiálu taktéž ovlivňuje cenu opracování hran desek (sražení, zaoblení) a způsob uchycení k podkonstrukci. Obvykle způsob uchycení lepením bývá dražší než uchycení úchytkami nebo s pomocí nýtů. Dalším faktorem je celkové vyložení fasády, což spočívá v tloušťce izolace, vzduchové mezery a obkladového materiálu. Technická náročnost řešení z hlediska klimatických vlivů a poměru volných ploch vůči složitosti

detailů je taktéž zásadním faktorem ovlivňující náklady fasády. Cena podkonstrukce je ovlivněna výběrem formátu obkladového materiálu (rastru fasády), který je propisován do podkonstrukce. Při navržení malých formátů obkladových desek bude potřeba více jednotlivých komponentů k uchycení obkladu a tím bude stoupat celková cena podkonstrukce. Dále má vliv estetický faktor, což znamená, buďto nosný rošt zůstane surový bez lakování nebo zvolíme určitou barvu ze vzorníku RAL. Materiál podkladní konstrukce, ke které kotvíme hliníkový nosný rošt s odpovídající kotvicí technikou, má taktéž vliv na celkové náklady.

Výčet základních faktorů ovlivňující cenu obvodového pláště:

- **Materiál desek**
(kompozitní, kompaktní, cementovláknité, přírodní)
- **Formát a tloušťka desek**
(malé formáty, velké formáty – promítá se do hustoty rastru podkonstrukce)
- **Uchycení desek**
(lepení, uchycení pomocí nýtů nebo úchytek)
- **Tloušťka a typ tepelné izolace**
- **Materiál podkladní konstrukce**
(zdivo, beton, pórobeton, vliv na zvolení kotvicí techniky)
- **Charakter obvodového pláště**
(rovné nebo zakřivené, členité, bez oken, s okny)
- **Umístění oken a dveří**
(zapuštěná nebo v líci obkladu)

3.2.8 Analýza nákladů jednotlivých variant

Celková plocha obvodového pláště činí 180 m². Na tuto plochu podle vyprojektované dokumentace jsou vyčísleny náklady všech navržených variant odvětrávaných plášťů. Jednotlivé náklady jsou zpracované do přehledných tabulek s následným popisem jednotlivých hodnot.

Tab. 3.1 Tabulka nákladů na materiál a příslušenství [vlastní zpracování]

Ozn.	Provětrávaná fasáda	Obkladový materiál (Kč)	Podkonstrukce (Kč)	Tepelná izolace + difúzní fólie (Kč)	Montážní materiál (Kč)
1	Equitone Natura	326 160	145 500	67 500	45 000
2	Fundermax Exterior	437 598	154 500	67 500	45 000
3	Alubond (jádro LDPE)	203 850	127 500	67 500	45 000
4	Keramika Teracota	304 200	172 500	67 500	36 000

Tabulka 3.1 vyhodnocuje náklady potřebného materiálu a příslušenství (obklad, hliníková podkonstrukce, tepelná a difúzní izolace, montážní materiál). Z tabulkových hodnot je zřejmé, že zásadní položkou ovlivňující cenu provětrávaného pláště, je právě zvolený druh obkladového materiálu. Cena hliníkové podkonstrukce je ovlivněna formátem obkladů a způsobem uchycení. Všechny varianty jsou viditelně uchycené s tím rozdílem, že keramický obklad je upevněn k podkonstrukci pomocí úchytek a zbytek obkladových materiálů pomocí nýtů. Z těchto důvodů je částka hliníkové podkonstrukce u fasády s keramickým obkladem (malý formát desek) nejvyšší. Dále se v této části promítají úchytky, které ostatní varianty nemají. Izolace (tepelná, difúzní) je ve všech variantách navržena jednotně, proto se i její cena nemění. Hodnota za montážní materiál u varianty s keramickým obkladem je nižší z důvodu absence nýtů.

Tab. 3.2 Náklady na výrobu, montáž a dopravu [vlastní zpracování]

Ozn.	Provětrávaná fasáda	Výroba (Nh)	Výroba (Kč)	Montáž (Nh)	Montáž (Kč)	Doprava (Kč)
1	Equitone Natura	108	40 068	684	171 000	27 833
2	Fundermax Exterior	90	33 390	684	171 000	31 815
3	Alubond (jádro LDPE)	108	40 068	630	157 500	22 450
4	Keramika Teracota	90	33 390	666	166 500	27 303

Tabulka 3.2 analyzuje pracnost a potřebné normohodiny. Z těchto hodnot jsou vypočteny náklady na výrobu a poté následnou montáž. Dále je procentuelně spočítaná taktéž důležitá položka dopravy. Hodnoty (normohodiny, hodinová sazba) jsou určeny a vyhodnoceny podle zkušeností z praxe.

Tab. 3.3 Tabulka režii, nákladů, zisku a celkové ceny [vlastní zpracování]

Ozn.	Provětrávaná fasáda	Režie (Kč)	Náklady (Kč)	Zisk (Kč)	Cena (Kč)
1	Equitone Natura	98 767	921 828	46 091	967 920
2	Fundermax Exterior	112 896	1 053 699	52 685	1 106 384
3	Alubond (jádro LDPE)	79 664	743 532	37 177	780 708
4	Keramika Teracota	96 887	904 280	45 214	949 494

Tabulka 3.3 vykazuje kalkulaci režii, nákladů a zisku. Výše režii je stanovena 12% a výše zisku 5%. Poslední položkou tabulky je celková cena všech navržených variant. Jak už jsem zmiňovala objektivně nelze jednotlivé varianty mezi sebou porovnat z důvodu nespočtu proměnných faktorů, které ovlivňují jejich celkové náklady. Ale lze z těchto nákladů určit jednotlivé rozpočtové ukazatele uvedené v Kč / m².

Rozpočtoví ukazatelé můžou sloužit například k stanovení orientační ceny objektu, k hrubému plánu financování, nebo pro posouzení ekonomické efektivity.

Rozpočtové ukazatele jednotlivých variant:

- Provětrávaná fasáda s deskami **Fundermax Exterior**

Výpočet: $RU = 1\,106\,384 \text{ Kč} / 180 \text{ m}^2$

$RU = 6\,147 \text{ Kč} / \text{m}^2$



Obr. 3.39 Schematické zobrazení varianty s RU [19, 35, 39, vlastní zpracování]

- Provětrávaná fasáda s deskami **Equitone Natura**

Výpočet: $RU = 967\,920 \text{ Kč} / 180 \text{ m}^2$

$RU = 5\,377 \text{ Kč} / \text{m}^2$



Obr. 3.40 Schematické zobrazení varianty s RU [19, 34, 39, vlastní zpracování]

- Provětrávaná fasáda s keramickým obkladem Teracota

Výpočet: $RU = 949\,494 \text{ Kč} / 180 \text{ m}^2$

$RU = 5\,377 \text{ Kč} / \text{m}^2$

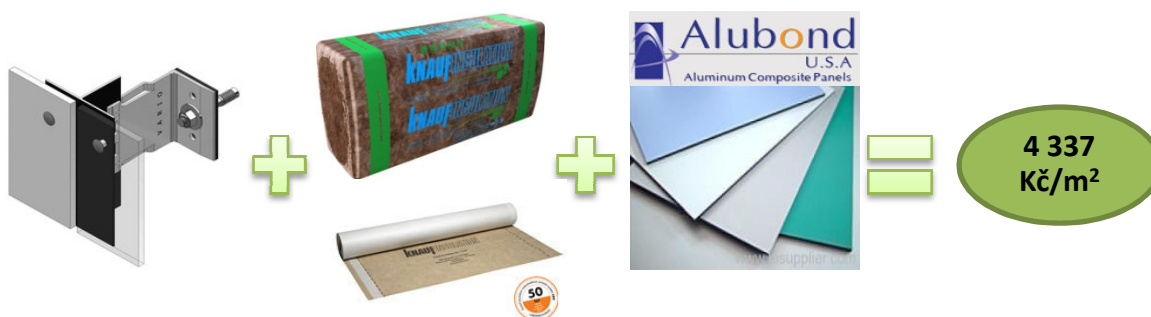


Obr. 3.41 Schematické zobrazení varianty s RU [19, 38, 39, vlastní zpracování]

- Provětrávaná fasáda s deskami Alubond

Výpočet: $RU = 780\,708 \text{ Kč} / 180 \text{ m}^2$

$RU = 5\,377 \text{ Kč} / \text{m}^2$



Obr. 3.42 Schematické zobrazení varianty s RU [19, 37, 39, vlastní zpracování]

4. ZÁVĚR

Závěrem bych chtěla shrnout praktickou část a vyhodnotit získané informace. Zabývala jsem se konkrétní soukromou stavební zakázkou, kterou zpracovala společnost DIMENSE v.o.s. v Brně. Jedná se o zakázku výstavby rodinného domu v obci Ochoz u Brna.

Pozornost jsem věnovala pouze obvodovému plášti budovy z důvodu obsahové náročnosti a rozmanitosti hliníkových konstrukcí ve stavebním objektu. Konstrukci fasády jsem řešila jako odvětrávanou fasádu s hliníkovou podkonstrukcí, tepelnou izolací, difúzní fólií a jednotlivými zástupci obkladových materiálů. Nejprve jsem navrhla veškeré materiály a poté rozkreslila fasády s jejich rastry a potřebnými komponenty.

Hliníková konstrukce obvodového pláště rodinného domu je řešena pomocí systému Itegro - Vario. Tento systém (stěnové úhelníky, podpůrné profily, příslušenství) umožňuje montáž libovolného typu fasádních desek. Obkladové desky jednotlivých variant jsou navrženy tak, aby byl od každého typu materiálu zvolen jeden zástupce. Zástupce cementovláknitého obkladového materiálu jsem vybrala Equitone (dříve Eternit), kompaktních materiálů Fundermax, kompozitních Alubond a zástupce přírodních materiálů keramiku Teracota. Upevnění fasádních desek Equitone, Fundermax a Alubond je řešeno nejjednodušší a nejvyužívanější metodou pomocí nýtů. Keramické desky jsou uchyceny pomocí nerezových úchytek. Obě navržené varianty umožňují celoroční montáž oproti lepení. Minerální izolace je řešena ve všech variantách stejně ve dvou vrstvách ($2 \times 70 \text{ mm} = 140 \text{ mm}$) od společnosti Knauf Insulation. Pro zajištění funkčnosti a životnosti fasády je na vnější straně izolace difúzně otevřená kontaktní fólie. Jde o fólii Knauf Insolution ve třech vrstvách na bázi polypropylenu s integrovanými lepicími pásky pro slepení vzájemných přesahů.

Cílem této práce je analýza z hlediska nákladů. Objektivně však nelze jednotlivé varianty fasád mezi sebou porovnávat z důvodu působení mnoha již popsaných faktorů. Mezi hlavní faktory patří obkladový materiál, formát obkladu, uchycení obkladu, charakter obvodového pláště, umístění dveří a oken. Z vypracované kalkulace nákladů můžu říci, že obkladový materiál je (největší) položka, která zásadně ovlivňuje

celkovou cenu provětrávaného pláště. Z vybraných variant materiálů (jejich výrobců) při standardních rozměrech jsou nejvíce nákladné desky Fundermax, poté desky Equitone a keramický obklad Teracota a nakonec desky Alubond. Uchycení obkladů nýty a úchytkami je většinou levnější varianta oproti lepení. Cena hliníkové podkonstrukce je závislá na formátu a tloušťce obkladového materiálu. Což znamená, že čím menší formát obkladu je, tím více je potřeba jednotlivých komponentů podkonstrukce a tím je podkonstrukce nákladnější.

Nakonec jsou z celkových nákladů stanovení orientační rozpočtové ukazatele uvedené v Kč/m². Rozpočtový ukazatel provětrávané fasády s deskami Fundermax Exterior vychází 6 147 Kč/m², s deskami Equitone Natura 5 377 Kč/m², s keramickým obkladem Teracota 5 275 Kč/m² a s deskami Alubond 4 337 Kč/m². Tyto ukazatele lze využít například ke stanovení předběžných cen stavebního objektu, k hrubému plánu financování, nebo pro posouzení ekonomické efektivity stavby.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] *Rozpočtování a fakturace stavebních investic: Budgeting and Invoicing of Building Investments* [online]. Praha: Oeconomica, 2008 [cit. 2015-03-22]. ISSN 1802-2200.

Dostupné z: <http://www.vse.cz/cfuc/278>

[2] ÚRS PRAHA, A.S.,. Nástroje a podklady pro rozpočtování a kalkulace stavebních zakázek. *Nástroje a podklady pro rozpočtování a kalkulace stavebních zakázek* [online]. 2009, (11-12) [cit. 2015-08-19]. Dostupné z:

http://www.casopisstavebnictvi.cz/nastroje-a-podklady-pro-rozpocetovani-a-kalkulace-stavebnich-zakazek_N2836

[3] ZAHRADNICKÝ, Ing. Roman. TPF S.R.O. *PROJEKTOVÁNÍ OTVOROVÝCH VÝPLNÍ A LEHKÝCH OBVODOVÝCH PLÁŠŤŮ (LOP): Příklady a zkušenosti z praxe* [online]. Praha, 2006 [cit. 2015-08-20].

[4] SANDAKER, Bjørn Normann, Arne Petter EGGEN a Mark CRUVELLIER. The structural basis of architecture. 2nd ed., rev. throughout. New York: Routledge, c2011, xi, 409 p. ISBN 978-041-5415-477.

[5] KOLÁŘ, Karel a Pavel REITERMAN. Stavební materiály: pro SPŠ stavební. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 208 s. Studium (Grada). ISBN 978-80-247-4070-6.

[6] Základní vlastnosti a výroba hliníku. *ALU-PROFILY* [online]. 2012 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.alu-profil.cz/wp-content/uploads/2012/06/Aluminium-4-300x300.jpg>

[7] SCHÜCO INTERNATIONAL KG. *Schüco* [online]. c2015 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.schueco.com/web/cz/>

[8] *Ročenka*. Jesenice u Prahy: Česká komora lehkých obvodových plášťů, 2012, ISBN 978-80-260-3043-0.

[9] GUANGDONG GRANDSHINE CONSTRUCTION MATERIAL CO.,LTD. *Aluminium-Profile* [online]. c2010 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.aluminium-profile.biz/home/>

- [10] HÁJEK, Václav, Luděk NOVÁK a Jindřich ŠMEJCKÝ. *Konstrukce pozemních staveb 30: kompletační konstrukce*. Vyd. 2. přeprac. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, [370] s. v různém stránkování. ISBN 80-010-2506-3.
- [11] VIDOK SP. Z O.O. *VIDOK* [online]. c2014 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.sk.vidok.com/k/hlinikove-profil-y>
- [12] ALUPROF SYSTEM CZECH S.R.O. *ARCHITEKTONICKÁ INFORMAČNÍ PŘÍRUČKA*. Ostrava, 2013. Dostupné také z: http://www.aluprof.eu/cz/uploads//Informator_CZ_2013.pdf
- [13] SCHÜCO INTERNATIONAL KG. *Architect Information: Schüco AWS 75.SI und Schüco ADS 75 HD.HI*. Německo, 2009.
- [14] BANÁNKOVÁ, Ing. Jaroslava. *Lehké obvodové pláště*. Praha, 2014.
- [15] NOVOSADOVÁ, Ing. Alena. *Závěrečná zpráva z odborné dvoudenní stáže* [online]. Brno - Bohunice, 2010 [cit. 2015-08-19].
- [16] TOMAŠOVIČ, Peter, Dušan DLHÝ a Daniel URBÁN. Dvojitě transparentné fasády: konštrukcie - akustika. *EARCH: staviteľství* [online]. 2013 [cit. 2015-08-30]. Dostupné z: <http://www.earch.cz/cs/stavitelství/dvojite-transparentne-fasady-konstrukcie-akustika>
- [17] ALUFORM SYSTEM GMBH & CO. KG. *Prospekt Aluminium Sandwichelemente ALUTHERM®*. Německo. Dostupné také z: http://www.aluform.de/viomatrix/imgs/prospekt_aluminium_sandwichelemente_aluminium_fassaden_aluminium_daecher_aluform.pdf
- [18] PREFALUMINIUMPRODUKTE S.R.O. *Podklady pro projektování: Fasádní systémy PREFAL*. Praha, 2013.
- [19] ILTEGRO S.R.O. *Iltegro - fasádní systémy* [online]. c2015 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.iltegro.cz/>
- [20] IQ GLASS. *Minimal windows and rooflights* [online]. 2015 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.minimal-windows.co.uk/tag/roof-lights/>
- [21] ROOF-MAKER LTD. *Gallary* [online]. 2012 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://roof-maker.co.uk/>

- [22] THE SKYLIGHT COMPANY. *Rectangular Glazed Rooflights* [online]. [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.theskylightcompany.co.uk/acatalog/EG-R16-Glass-Roof-Skylights-1040mm-x-1340mm.html>
- [23] WHITESALES. *Em-Vault polycarbonate barrel vault* [online]. c2015 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://www.whitesales.co.uk/products/continuous/em-vault/ventilation/>
- [24] LAMILUX CI. *Referenz LAMILUX CI-Solar Photovoltaik*. Německo, 2012. Dostupné také z: <http://www.lamilux.de/nc/tageslichtsysteme/referenzen/photovoltaik/erbe-gmbh-tuebingen.html?show=pdf>
- [25] LAMILUX CZ S.R.O. *CI-Systém bodový střešní světlík F*. Praha, 2013. Dostupné také z: http://www.lamilux.cz/fileadmin/user_upload/dateien/Lokalisierung/CZ/Prospekt_CI-Syst%C3%A9m_bodov%C3%BD_st%C5%99e%C5%A1n%C3%AD_sv%C4%9Btl%C3%ADk_F_062015.pdf
- [26] DRAVON S.R.O. *Bodové střešní světlíky* [online]. c2009 [cit. 2015-08-19]. Dostupné z: <http://dravon.cz/produkty-sluzby/svetliky/bodove-stresni-svetliky/>
- [27] PREFA ALUMINIUMPRODUKTE S.R.O. *Technická příručka: Pro střešní systémy PREFA*. Praha, 2011.
- [28] OSTRÝ, Milan a Roman BRZON. *Stavební fyzika - tepelná technika v teorii a praxi*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2014, 100 s. ISBN 978-80-214-4879-7.
- [29] CHARYPAR, Jan, Zdeněk LANZ, Lenka POLANKOVÁ a Soňa STACHOVÁ. *ÚSPORA ENERGIE VE STAVEBNICTVÍ*. Tábor, 2013. Dostupné také z: http://zelenymost.cz/files/uspora_energie_ve_stavebnictvi.pdf
- [30] ČESKÁ KOMORA LEHKÝCH OBVODOVÝCH PLÁŠŤŮ. *Ročenka*. Jesenice u Prahy, 2009.
- [31] NOVÝ, Martin, Jana NOVÁKOVÁ a Miloš WALDHANS. *Projektové řízení staveb II.: modul 01*. Brno, 2006.

- [32] DIMENSE v.o.s. *Projektová dokumentace*. Brno, 2014.
- [33] ETEM VENTILATED SYSTEMS. *TECHNICAL CATALOGUE*. Sofie, 2010.
- [34] EQUITONE. *Fibre cement fasade materials* [online]. 2015 [cit. 2016-01-13].
Dostupné z: <http://www.equitone.cz/>
- [35] FUNDERMAX. *Technik Exterior CZ*. Česká republika, 2010.
- [36] ALUBOND. *Hliníkové kompozitní panely AUBOND U.S.A.* Brno, 2014.
- [37] Alucobond. *EH Smith: Specialist Facades Ltd* [online]. 2011 [cit. 2016-01-13].
Dostupné z: <http://ehsmithfacades.co.uk/products/alucobond-acm/#downloads>
- [38] Keramika, kámen. *ATENA spol. s r.o.* [online]. 2011, 2015 [cit. 2016-01-13].
Dostupné z: <http://www.atenasro.cz/sortiment/velkoformatove-panely/keramika-kamen>
- [39] Izolace. *KNAUFINSULATION: čas chránit energii* [online]. 2016 [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: <http://www.knaufinsulation.cz/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.2.1.: Program KROS plus.....	14
Obr.2.2.: Ukázka čistého hliníku.....	19
Obr.2.3.: Základní vyráběné hliníkové profily.....	19
Obr.2.4.: Stavby s použitím hliníkových systémů	20
Obr.2.5.: Hliníkové profily	21
Obr.2.6.: Barevná paleta systému RAL.....	21
Obr.2.7.: Profily s přerušeným tepelným mostem.....	23
Obr.2.8.: Příklad konstrukce hliníkového okna (Schüco AWS 75.SI).....	24
Obr.2.9.: Příklad konstrukce hliníkových dveří (Schüco ADS 75.HD.HI).....	25
Obr.2.10.: Popis systému zasklení (svislý řez)	27
Obr.2.11.: Sloupko-příčkový systém s přiznanými lištami.....	27
Obr.2.12.: Popis strukturálního systému zasklení (svislý řez)	28
Obr.2.13.: Sloupko-příčkový systém se strukturálním uchycením skla	28
Obr.2.14.: Popis polostrukturálního systému zasklení (svislý řez)	29
Obr.2.15.: Sloupko-příčkový systém s polostrukturálním uchycením skla.....	29
Obr.2.16.: Montáž blokové fasády (Univerzitní kampus Masarykovy univerzity)	30
Obr.2.17.: DTF s úzkým meziprostorem, neprůchodným meziprostorem, průchodným „chodbovým“ meziprostorem	31
Obr.2.18.: DTF s širokým „halovým“ meziprostorem, akustická stěna	31
Obr.2.19.: Hliníkové sendvičové panely.....	32
Obr.2.20.: Stavebně fyzikální pokyny provětrávané fasády.....	32
Obr.2.21.: Uchycení fasádních desek (pomocí nýtů, lepením, úchytkami)	33
Obr.2.22.: Uchycení keramických obkladů (Agrob Buchtal, Argeton, Creaton)	33
Obr.2.23.: Uchycení kazet (VARIO, BRAVO A, BRAVO B).....	34
Obr.2.24.: Neviditelné uchycení (VARIO Undercut, VARIO Clips, FORTE Undercut, uchycení pomocí čepů).....	34
Obr.2.25.: Zajímavé detaily střešních světlíků.....	35
Obr.2.26.: Pásové světlíky.....	36
Obr.2.27.: Bodové světlíky.....	36
Obr.2.28.: Přehled hliníkových krytin společnosti PREFA Aluminiumprodukte.....	37
Obr.2.29.: Transmise, reflexe, absorpce.....	38

Obr.2.30.: běh izoterm fasádním sloupkem	45
Obr.2.31.: Řešení panelu VAKUPANEEL s běžným panelem	46
Obr.2.32.: Lineárních činitelů prostupu tepla vlivem zasklení pro různé distanční rámečky	47
Obr.2.33.: Výpočet v programu pro 2D výpočty teplotního pole Flixo 5	47
Obr.2.34.: Doporučené a požadované hodnoty lineárního činitele protupu tepla tepelných vazeb mezi konstrukcemi dle ČSN 73 0540-2	50
Obr.3.1.: Vizualizace a půdorysy vzorového projektu	51
Obr.3.2.: Hliníkové držáky a profily	54
Obr.3.3.: Příslušenství (spojovací profil, termoizolační podložky, mřížka, nerezová podložka)	54
Obr.3.4.: Detaily s profily tvaru L a T	55
Obr.3.5.: Pevné a kluzné uchycení držáků	55
Obr.3.6.: Kotvicí a spojovací technika (kotvy, nýt, samořezný šroub, závitová tyč)	56
Obr.3.7.: Kotvení minerální izolace	56
Obr.3.8.: Detail kotvení minerální izolace	57
Obr.3.9.: Přídavek cca ± 15 mm k zajištění pravoúhlosti	57
Obr.3.10.: Skryté uchycení desek	58
Obr.3.11.: Viditelné uchycení desek	58
Obr.3.12.: Hliníkové držáky, profily a příslušenství	59
Obr.3.13.: Detaily s profily tvaru L a T	60
Obr.3.14.: Pevné a kluzné uchycení držáků	60
Obr.3.15.: Kotvicí a spojovací technika (kotvy, nýt, samořezný šroub, závitová tyč)	61
Obr.3.16.: Kotvení minerální izolace	61
Obr.3.17.: Detail kotvení minerální izolace	62
Obr.3.18.: Skladba desky Max Exterior	62
Obr.3.19.: Standardní formáty desek Max Exterior	63
Obr.3.20.: Skryté uchycení desek	63
Obr.3.21.: Viditelné uchycení desek	63
Obr.3.22.: Hliníkové držáky a profily	64
Obr.3.23.: Příslušenství (spojovací profil, termoizolační podložky, mřížka, nerezová podložka)	64

Obr.3.24.: Pevné a kluzné uchycení držáků.....	65
Obr.3.25.: Kotvící a spojovací technika (kotvy, nýt, samořezný šroub, závitová tyč)...	66
Obr.3.26.: Kotvení minerální izolace.....	66
Obr.3.27.: Detail kotvení minerální izolace.....	67
Obr.3.28.: Skladba desky Alubond.....	67
Obr.3.29.: Skryté uchycení desek.....	68
Obr.3.30.: Viditelné uchycení desek.....	68
Obr.3.31.: Hliníkové držáky a profily L a T.....	69
Obr.3.32.: Příslušenství (úchytky, spojovací profil, termoizolační podložky, mřížka, nerezová podložka).....	69
Obr.3.33.: Pevné a kluzné uchycení držáků.....	70
Obr.3.34.: Kotvící a spojovací technika (kotvy, nýt, samořezný šroub, závitová tyč)...	70
Obr.3.35.: Kotvení minerální izolace.....	71
Obr.3.36.: Detail kotvení minerální izolace.....	71
Obr.3.37.: Skryté uchycení desek.....	72
Obr.3.38.: Viditelné uchycení desek.....	72
Obr.3.39.: Schematické zobrazení varianty s RU.....	77
Obr.3.40.: Schematické zobrazení varianty s RU.....	77
Obr.3.41.: Schematické zobrazení varianty s RU.....	78
Obr.3.42.: Schematické zobrazení varianty s RU.....	78

SEZNAM TABULEK

Tabulka 2.1.: Vlastnosti hliníku a jeho slitin.....	19
Tabulka 3.1.: Tabulka nákladů na materiál a příslušenství.....	75
Tabulka 3.2.: Náklady na výrobu, montáž a dopravu.....	75
Tabulka 3.3.: Tabulka režii, nákladů, zisku a celkové ceny.....	76

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- RD	Rodinný dům
- JKSO	Jednotná klasifikace stavebních objektů
- SKP	Standardní klasifikace produkce
- ÚRS	Ústav pro racionalizaci ve stavebnictví
- DUR	Dokumentace k územnímu rozhodnutí
- DSP	Dokumentace pro stavební povolení
- DPS	Dokumentace pro provedení stavby
- DZS	Dokumentace pro zadání stavby
- GD	Generální dodavatel
- Al ₂ O ₃	Oxid hlinitý
- Al-Mg-Si 0,5	Masil
- Al	Hliník
- RAL	Mezinárodní vzorník barev
- AWS	Aluminium window system (systémové hliníkové okna)
- ADS	Aluminium door system (systémové hliníkové dveře)
- ČSN	České technické normy
- PTM	Přerušný tepelný most
- EPDM	Ethylen-propylen pryž
- HPL	Vysokotlaký laminát
- PMMA	Polymethylmethakrylát (plexisklo)
- EU	Evropská unie
- LOP	Lehké obvodové pláště
- PUR	Polyuretan

- EPS	Expandovaný polystyren
- XPS	Extrudovaný polystyren
- Tl.	Tloušťka
- ŽB	Železobeton
- RU	Rozpočtový ukazatel
- ČR	Česká republika
- DTF	Dvojitá transparentní fasáda